www.radio.ru

8•2016

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ

Молодёжь в Мемориале А. С. Попова

ISSN-0033-765X

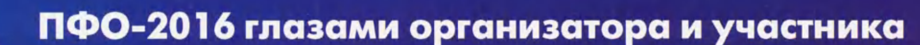
9 770033 765009

16008

- *Трёхполосная АС*
- *Устройство поддержания микроклимата в оранжерее*
- *Хронометр*
- *Многофункциональная светодиодная лампа из КЛЛ*

...и ещё 14 конструкций





ПФО-2016 глазами организатора и участника

Константин ВАХОНИН (RU4SS), г. Йошкар-Ола

Построение перед официальным открытием чемпионата.

Уже достаточно давно стало понятно, что объективным способом определения сильнейших спортсменов в радиосвязи на КВ и УКВ являются очно-заочные соревнования. По этой формуле проходят и чемпионаты страны, и крупнейшие международные соревнования — WRTC. Однако из-за сложностей их проведения (в частности, материальных) подготовка к ним спортсменов и их отбор проводятся в основном "старым способом" — в заочных соревнованиях.

Приятным исключением является очно-заочный чемпионат Приволжского федерального округа. О том, как он проходил в этом году, рассказывает эта статья.

(см. статью на с. 56)



Победители в личном зачёте — Владимир Бессонов (RL4F), Николай Ильин (RM9T) и Александр Стерликов (RX9SN).



Подготовку рабочей позиции осуществляет команда из Подмосковья.



Представители команд, лидировавших в командном зачёте, — Владимир Петряев (RK4FU), Роман Герасин (RO4F), Алексей Романов (RM4I, ex UA4HOX) и Руслан Владимиров (UA4Z).

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ПАЯЛЬНЫЕ СТАНЦИИ



@aktakom





Монтажные паяльные станции

доступная цена

- Мощность до 60 Вт
- Антистатическое исполнение
- Темп. нагрева (регулируемая) до 500 °С
- Низковольтный паяльник
- Компактные размеры



Индукционные паяльные станции



сверхбыстрый нагрев

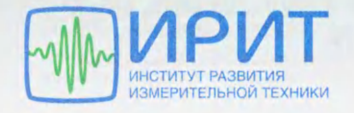
- Мощность до 180 Вт
- Возможность применения при бессвинцовой технологии пайки
- Темп. нагрева (регулируемая) до 600 °С
- «Интеллектуальный» способ пайки (ATP-1121/1122)
- Режим блокировки температуры
- Точное поддержание температуры пайки

Многофункциональные паяльные станции



универсальность

- Мощность до 1100 Вт
- 3 канала: монтаж, демонтаж, пайка горячим воздухом
- Термовоздушный паяльник: темп. нагрева до 500 °С / поток до 120 л/мин
- Низковольт. монтажный паяльник (до 480 °С)
- Демонтажный вакуумный паяльник (до 480 °С)
- Большой выбор наконечников для всех видов плат
- Удобное управление



«ИРИТ»: Москва, 115211,
Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
Телефон/факс: (495) 344-97-65,
Телефон: (495) 781-79-97, E-mail: irit@irit.ru



Еще больше АКТАКОМ для Вас на сайте www.irit.ru
- *промышленная мебель*
- *антистатические кресла и стулья*
- *бестеневые светильники*
- *радиомонтажный инструмент ...*

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Команда радиостанции R0AK Центра дополнительного образования детей г. Ачинска Красноярского края была лучшей среди команд молодёжных радиостанций в Мемориале А. С. Попова. В составе этой команды выступали (слева—направо) Наталья Зуевич (R0AFF), Максим Коновалов (UB0ACN) и Александр Быстранов (R0AAT).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ОПТИМАЛЬНЫЙ ТОК ПОКОЯ УМЗЧ
КОНВЕРТЕР ДИАПАЗОНА 118...137 МГц
ЗУ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ
ДРАЙВЕР ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Тираж журнала «Радио» № 7 сдан для рассылки подписчикам 04.07.2016 г.


VI межрегиональная специализированная выставка
Информационные технологии.
Телекоммуникации. Безопасность
8-10 ноября 2016 г.
г. ЯКУТСК
Организаторы:
САХАЭКСПОСЕРВИС
Выставочная компания
ООО "СахаЭкспоСервис"
г. Якутск
SIB Expo SERVICE
Выставочная компания
Сибэкспосервис
г. Новосибирск
тел: (383) 3356350 e-mail:ses@avmail.ru www.ses.net.ru



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 18.07.2016 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 16-07-00211.

Узкополосный доступ для широкого внедрения Интернета вещей

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Всё, что раздражает аппетит к частностям, становится не только злом, но отвлекает от вопросов, которые действительно следовало бы обсуждать".

(Стаффорд Бир)

Как свидетельствуют всемирные прогнозы, уже совсем скоро прогрессивному человечеству придётся столкнуться как минимум с десятками миллиардов подключённых устройств из пула Интернета вещей (IoT — Internet of Things) и сбором данных с большого числа датчиков, рассредоточенных по значительной площади, а также для управления ими. Причём у всех, кто спешит поделиться информацией о данном тренде, нет никаких сомнений, каким именно образом будут обмениваться информацией все эти "вещи" — конечно, по беспроводным сетям, их уже понастроено достаточно. Однако не факт, что существующие сети сотовой связи смогут обслужить такое большое число неживых абонентов. Одно дело, когда речь идёт о десятках тысяч устройств M2M (Machine-to-Machine), но десятки миллиардов — это уже совсем другое дело.

Существующие сотовые сети имеют ограниченное покрытие, относительно высокую стоимость терминальных устройств, да и энергетика последних оставляет желать лучшего. Предназначены эти сети для передачи речи, сообщений, высокоскоростных данных и даже видео. Но они, к примеру, не оптимизированы под эпизодическую передачу относительно небольших объёмов данных. К тому же чем дальше от базовой станции, тем большую мощность должен излучать терминал. Если он установлен вообще где-то в лесу или под землёй, то кто, к примеру, будет заряжать его аккумулятор многие и многие лета? Вот если бы эта батарея работала годы напролёт... Низкое энергопотребление вообще является наиважнейшим условием для 80 % случаев использования IoT в "умных" счётчиках электроэнергии, носимой электронике и др. Причём простота установки и небольшое огорчение в случае утраты — весьма важные факторы для массовой технологии. Ну а если обратиться к стоимости сотовой связи, то для хоть и надёжной, но низкоскоростной передачи данных она будет великовата. В общем, проблему поиска оптимальных решений для подключений в рамках IoT и стоит сегодня обсуждать, пока ещё не появились обещанные миллиарды подключённых "вещей".

Многочисленные разработки технологий беспроводной передачи данных в лице Wi-Fi, Bluetooth, Z-Wave, Zigbee и пр. умеют решать задачи IoT-коммуникаций в пределах одной "вещи", одного помещения или ограниченной территории. Но этого мало. Поиск чего-нибудь экономичного для IoT привёл сетевое телекоммуникационное сообщество к необходимости генерации какого-то нового решения, снимающего большинство из указанных выше рисков. Надо сказать, что подобная идея возникла не сегодня, она давно обсуждалась радиоинженерами. В результате появилось несколько решений, которые стали дальнейшим развитием так называемой энергоэффективной глобальной сети дальнего радиуса действия — LPWA (Low Power Wide Area), ориентированной на низкоскоростную передачу данных и уже стандартизованной организацией 3GPP. Дело в том, что требования IoT-приложений настолько разнообразны, что все случаи использования LPWA единой технологией не охватываются, в связи с этим появились стандарты для узкополосных IoT-устройств NB-IoT (Narrow Band IoT), для расширенного GPRS-покрытия (EC-GPRS или EC-GSM-IoT)

и межмашинных LTE-соединений eMTC (встречаются также названия LTE-M, LTE-MTC, LTE Cat.M1). Все эти технологии предусматривают работу в лицензируемом диапазоне радиочастот, что означает необходимость получения соответствующих разрешений.

Для работы в нелицензируемых диапазонах радиочастот 868/915 МГц (Европа/США) разработана технология LoRa — сокращение от Long Range (т. е. это сеть масштаба района или города, а не квартиры или офиса) — проприетарная технология, и для её реализации требуется аппаратный модем, присутствующий в чипах, выпускаемых компанией Semtech. Своих "мозгов" эти чипы не имеют и управляются по шине SPI от внешнего контроллера. Топология сети — звезда, дальность — от нескольких километров в плотной городской застройке до 30...50 км в пределах прямой видимости. Скорость передачи данных — до 250 кбит/с (уменьшается с увеличением расстояния), число устройств на площади 1 км^2 — не более 5 тыс. Максимальный размер сети ограничен пропускной способностью канала центрального приёмника, который должен успевать проводить радиообмен со всеми подключёнными к нему устройствами.

Существует и отечественная разработка "Стриж". Это сеть с топологией "звезда" с несколько превосходящими LoRa характеристиками по дальности, существенно меньшей скоростью и двумя раздельными каналами на приём и передачу: абонентские устройства передают данные на частоте 868 МГц, а центральная станция с мощным передатчиком — на частоте 446 МГц. Это позволяет увеличить ёмкость сети (определяемую опять же возможностями центральной станции), а также обеспечить лучшее покрытие.

Кстати, все эволюционирующие и взаимосвязанные стандарты сотовой связи также стандартизованы 3GPP и имеют свои другие названия, например, "3GPP релиз № X", где номер соответствует году принятия и содержит его две последние цифры. В частности, спецификация 3GPP Rel. 13 (т. е. от 2013 г.), посвящённая дальнейшему развитию сетей LTE (стандарт LTE впервые появился в 3GPP Rel. 8), включает в себя и указанные выше технологии. Ведь при развитии IoT неплохо было бы использовать уже созданную экосистему мобильной связи. В частности, согласно исследованию Ericsson Mobility Report, покрытие GSM составляет 90 % населённой территории планеты, сети WCDMA — 65 % и LTE — 40 % при активно продолжающемся сетевом строительстве. Шаги, предпринятые в рамках развития стандартов мобильной связи, направлены как раз на достижение целевых для IoT показателей при сохранении преимуществ использования глобальной экосистемы. Эволюция указанных выше технологий станет основой будущих модификаций стандартов мобильной связи, в том числе стандартов сетей 5G. В свою очередь, альтернативные технологии для нелицензируемого радиочастотного спектра имеют весьма ограниченное применение. Их закрытость и необходимость создания новой инфраструктуры существенно сдерживают распространение подобных систем.

В целом сети на базе указанных выше технологий и стандартов предоставляют много серьёзных преимуществ, среди которых поддержка около 50 тыс. соединений на ячейку сотовой сети, гарантированные десять лет срока службы батареи, большая зона обслуживания, повышенная безопасность за счёт двухсторонней аутентификации и дополнительного шифрования данных, а также создание стабильных условий, в которых оператор связи сможет внедрять приложения для IoT. Ну а теперь чуть подробнее о перспективных технологиях для обеспечения доступа в рамках IoT.

Пакет расширенных функций EC-GSM был предложен рабочей группой GERAN, занимающейся развитием технологии GSM. Поскольку EC-GSM предусматривает сравнительно небольшие изменения относительно базового набора GSM/GPRS/EDGE, это позволяет использовать подавляющее большинство установленных базовых станций этого стандарта без изменений ПО. Технология использует один из физических каналов GSM шириной 200 кГц и позволяет при использовании четырёх тайм-слотов получить, в зависимости от используемой модуляции (GMSK или 8PSK), скорость передачи информации 70 кбит/с и 240 кбит/с соответственно. При этом число устройств IoT на один сектор базовой станции может достигать 50 тыс. Это достигнуто путём снижения периодичности обязательных сигнальных сообщений, оптимизации интервалов приёма и получения информации, поддержки длительных (до 52 мин) периодов "молчания", в течение которых устройство остаётся подключённым к сети. Помимо этого, проведена адаптация канального уровня сети, использующая, в том числе, многократное повторение передаваемой информации для улучшения энергетики радиоканала на 20 дБ по сравнению с обычными системами. Упрощена сетевая сигнализация за счёт отказа от работы с сетями WCDMA/LTE. Также модернизированы механизмы аутентификации, безопасности соединения и пр. Но самое главное — сетевая инфраструктура уже готова для развития EC-GSM.

Технология eMTC (впервые появилась в 3GPP Rel. 12) призвана адаптировать IoT на сетях LTE с точки зрения стоимости, покрытия и срока автономной работы при обеспечении максимальной совместимости с уже построенными сетями, но за счёт отказа от некоторых присущих этим сетям функциям. Используется канал шириной 1,08 МГц внутри полосы, выделенной для канала LTE, что не сказывается на работе всей сети. Поскольку речь идёт о сетях LTE, то и скорость передачи данных в eMTC достигает 1 Мбит/с, что является важным для части пользователей IoT. В eMTC добавлены механизмы, которые решают задачу снижения энергопотребления (аналогично EC-GSM). В канале "вниз" используется технология множественного доступа OFDMA, в канале "вверх" — SC-FDMA. Разумеется, технология eMTC также имеет высокую степень готовности сетевой инфраструктуры и может быть развёрнута на существующих сетях LTE путём обновления ПО. К тому же "обычные" сети LTE и eMTC не только работают одновременно, но и могут динамически перераспределять используемые ресурсы (частотный спектр, вычислительную мощность базовой станции и др.) в зависимости от типа и числа подключённых устройств и генерируемого ими трафика.

Что же касается технологии NB-IoT, то в отличие от двух предыдущих, являющихся различными вариантами уже используемых сетевых технологий, это принципиально другая разработка радиодоступа, хотя и предусматривающая интеграцию с сетями LTE и использующая сходные технологии. NB-IoT использует сигналы с полосой 200 кГц, которые могут быть расположены в каком-либо свободном диапазоне, внутри каналов GSM (как в EC-GSM), внутри канала LTE (как в eMTC) или в защитном интервале между каналами LTE. Частотный диапазон может быть любым из тех, что определены для сетей LTE с частотным разделением каналов (LTE FDD). В канале "вниз" используется технология множественного доступа OFDMA, в канале "вверх" — SC-FDMA. Следует заметить, что в реальной жизни базовая станция не только должна поддерживать одновременную работу многих тысяч устройств IoT, но и обеспечивать их подключение самым лучшим образом, независимо от качества покрытия. В результате технология NB-IoT поддерживает широкий диапазон скоростей передачи данных. Достижимая скорость передачи данных зависит от качества канала связи (отношения сигнал/шум), а число подключённых устройств — от выделенных ресурсов (пропускной способности). В канале "вниз" все устройства имеют одну и ту же энергетику радиоканала и могут одновременно принимать сигналы с базовой станции. В канале "вверх" каждое устройство имеет свой собственный энергетический потенциал, поэтому может быть использовано мультиплексирование трафика. При этом создаваемый совокупный сигнал от нескольких устройств (и, соответственно, их мощность) будет больше, чем у одного устройства. Да и в реальных условиях во многих местах устройства NB-IoT будут ограничены уровнем собственных сигналов, а не пропускной способностью сети. Такие устройства могут сконцентрировать свою излучаемую мощность в узкой полосе без потери производительности, освободив при этом полосу пропускания для других устройств.

Чтобы получить такую возможность, в NB-IoT вместо "коллективного" канала (общего блока ресурсов) со скоростью передачи данных до 250 кбит/с предусмотрено использование поднесущих с полосой пропускания 15 кГц (эффективная полоса пропускания общего канала NB-IoT — 180 кГц) и скоростью передачи данных до 20 кбит/с. В свою





очередь, терминальные устройства могут использовать одну или несколько поднесущих в линии связи "вверх". Более того, используемые ими радиочастоты могут быть "упакованы" даже ближе друг к другу за счёт уменьшения ширины полосы излучаемого сигнала на каждой поднесущей до 3,75 кГц, что даже приводит к необходимости выделения части из этих частот в качестве защитных интервалов в целях предотвращения интерференции с поднесущими с шириной полосы 15 кГц, что может привести к потере производительности.

В результате технология NB-IoT, вобравшая в себя все "сетевые достижения" радиоинженеров, обеспечивает большую зону обслуживания, низкое энергопотребление, возможности быстрой модернизации существующей сети, обещает длительный срок службы батареи, низкую стоимость терминала, простоту развёртывания (plug & play), а также высокую надёжность, безопасность, а также обещанные 50 тыс. устройств IoT на сектор базовой станции. Считается, что существенная переработка протоколов канального уровня позволит снизить стоимость устройства NB-IoT по сравнению с LTE Cat.M1 на 90 %. К примеру, рассматривая приложения для "умного дома", следует заметить, что, как правило, они развёрнуты на базе технологий малого радиуса действия, таких как Z-Wave и ZigBee, а подключение к Интернету идёт через домашний шлюз. Поэтому прибор со встроенным NB-IoT-чипсетом может стать более предпочтительным решением. О поддержке технологии NB-IoT в своих продуктах уже заявили многие производители сетевого и терминального оборудования: Ericsson, Huawei, Nokia, Intel, Qualcomm, а также ведущие операторы связи — Vodafone, Deutsche Telekom и China Unicom. Оптимальным считается развёртывание NB-IoT в полосах частот 700, 800 и 900 МГц.

В апреле компании Vodafone, Huawei и U-blox успешно завершили коммерческие испытания предварительно стандартизованной технологии NB-IoT. Успешная интеграция технологии в мобильную сеть оператора в Испании в будущем позволит ему предоставлять услуги дистанционного снятия показаний счётчиков и приборов учёта. В тестировании использовался набор микросхем и комплект ПО Huawei. Применение технологии NB-IoT в лицензированном спектре частот сотовой связи означает повышение уровня защиты, снижение чувствительности к помехам и повышение качества услуг. Теперь указанные компании планируют дальнейшие испытания и масштабную коммерческую реализацию этой технологии.

По мнению Huawei, наибольший потенциал для NB-IoT-сервисов может быть реализован в первую очередь в таких отраслях, как сельское хозяйство, здравоохранение, системы обеспечения безопасности, транспорт, логистика, промышленное производство, "умные города", "умные дома" и розничная торговля. Расчёты Huawei показывают, что, к примеру, только в Германии за ближайшую пятилетку NB-IoT принесёт доходы более 1,5 млрд долл. США. Прогнозы Huawei основаны на анализе различных вариантов использования NB-IoT-приложений, которые могут быть развёрнуты в разных отраслях. Модель предусматривает более пятидесяти вариантов использования, включая интеллектуальные датчики (на электричество, газ, воду), управление объектами, системы охранной и пожарной сигнализации для дома и коммерческой недвижимости, персональные датчики "электронного здоровья", системы отслеживания людей, животных или предметов, элементы инфраструктуры "умного города" (например, уличные лампы или мусорные контейнеры, подключённые промышленные инструменты и т. п.).

На прошедшем в марте Всемирном конгрессе мобильной связи (MWC'2016) компания Nokia совместно с Intel и Vodafone Group продемонстрировала технологию NB-IoT, ознаменовав тем самым значительный этап на пути её коммерциализации в качестве мирового стандарта для подключения миллиардов приборов учёта, датчиков, сигнализаторов местонахождения и других объектов, необходимых в "цифровом" "программируемом" мире. Посетителям MWC были продемонстрированы расширенное покрытие сети и преимущества перспективных NB-IoT-сервисов компании Vodafone в городских и сельских условиях при поддержке NB-IoT-оборудования Nokia и терминальных устройств Intel. В системе сделан акцент на способность NB-IoT поддерживать большое число датчиков и устройств с малой полосой пропускания, которые будут обеспечивать предоставление сервисов следующего поколения в потребительском секторе, "умных городах", промышленности и коммунальном хозяйстве. Ожидается, что к 2020 г. IoT-устройства будут ежедневно отправлять до 6,8 трлн запросов на соединение.

Участие мобильных операторов в IoT-проектах может идти по нескольким бизнес-моделям с разными уровнями доходов и ответственности. Самой простой из них будет просто предоставление связи для IoT. Можно стать поставщиком услуги NB-IoT, когда, помимо обеспечения собственно связи, возникают дополнительные сервисные возможности вроде аналитической обработки получаемых данных методами Big Data/BI и их коммерческой реализации. А можно выступить и как сервис-провайдер, ответственный за системную интеграцию, внедрение, обучение и сопровождение сервиса. На базе NB-IoT могут быть построены решения для подключения как персональных, домашних, публичных, так и индустриальных IoT-приложений.

Таким образом, с принятием финальной версии спецификаций EC-GSM, eMTC и NB-IoT, которое было запланировано на июнь 2016 г., участники рынка должны получить в своё распоряжение сразу три эффективных инструмента развития сетей IoT. Каждый из них имеет свои особенности и преимущества в зависимости от конкретного сценария использования и характеристик конкретной мобильной сети. В любом случае преимущества глобальной экосистемы, наличие и готовность развёрнутой сетевой и ИТ-инфраструктуры, использование защищённого (лицензируемого) частотного спектра будут работать на снижение стоимости внедрения и эксплуатации. Это означает, что в ближайшем будущем нас ожидает взрывной рост проектов с их использованием.

Кстати, о будущем. На MWC'2016 компания Nokia изложила стратегию, которой обновлённая компания будет придерживаться в качестве лидера в области развития технологий следующего поколения 5G и IoT с расчётом на соответствующий рынок, объём которого после приобретения компании Alcatel-Lucent увеличился почти вдвое. Новая разработка Nokia — AirScale предназначена для работы в сетях 5G и поддерживает все технологии от 2G до LTE Advance Pro, а также будет поддерживать и 5G, когда она появится. В состав AirScale входит новая базовая станция с рассчитанными на будущее блоками обработки исходного сигнала (baseband) и радиочастотными элементами, что даст заказчикам недостижимое ранее качество связи, в том числе и для нужд IoT. В частности, недавнее приобретение компании Nakina преследовало цель создания лучшей системы сетевой безопасности для реализации 5G и IoT. Также учреждён IoT-фонд, который займётся инвестициями в перспективные компании, в основном связанные с подключёнными предприятиями, потребительским IoT, подключёнными автомобилями, цифровой медициной, а также с технологиями обработки больших данных и аналитики. Фонд будет оказывать содействие Nokia в определении перспективных бизнес-направлений и техническом обосновании быстро развивающегося IoT-рынка.

Конечно, неплохо порассуждать о грядущих применениях IoT и спрогнозировать будущие миллиардные доходы. К примеру, не так давно исследовательская компания Gartner давала прогноз, что к 2020 г. более 50 % крупных бизнес-процессов и систем будут включать в себя элементы IoT. Но... совсем недавно аналитики из Gartner предупредили: чтобы в будущем извлечь выгоду из IoT, компаниям необходимо уже сейчас обратить внимание на основные технологические моменты:

1. Безопасность IoT-устройств, платформ, ОС и средств обмена данными. На многих IoT-устройствах будут установлены процессоры и ОС, сильно ограниченные функционально, что затруднит реализацию высокоинтеллектуальных методов защиты.

2. Развитие новых инструментов и алгоритмов анализа данных.

3. Развитие систем управления и мониторинга, установка прошивки и приложений, реакция на инциденты для миллионов IoT-устройств.

4. Соблюдение баланса противоречивых требований: дальность действия, время автономной работы, полоса пропускания, плотность размещения, удельные и эксплуатационные расходы.

Компромисс сетей с малыми и большими зонами обслуживания.

5. Необходимы энергоэффективные сети передачи данных в масштабах страны, скорость передачи данных — до десятков килобит в секунду, время автономной работы — до десяти лет, стоимость терминала — не более 5 долл США, поддержка одной базовой станцией — до сотен тысяч терминалов, сетевые стандарты повышенной эффективности (для этого теперь есть NB-IoT).

6. Выбор процессора и архитектуры — непростой компромисс между набором получаемых функций, затратами на производство, стоимостью ПО, допустимостью его обновления и пр.

7. Необходимы новые операционные системы. В частности, Windows и iOS потребляют слишком много энергии, требуют применения быстродействующих процессоров, не могут вести обработку в реальном времени с предоставлением гарантированной максимальной задержки отклика и требуют слишком много оперативной памяти.

8. Обработка потока событий. Отдельные приложения IoT могут оказаться крайне интенсивным источником генерации данных, число генерируемых событий может исчисляться десятками тысяч и даже миллионами в секунду, поэтому нужны вычислительные платформы, использующие технологии распределённой обработки потоков данных (Distributed Stream Computing Platforms, DSCP).

9. Необходимо создание специализированных платформ IoT для объединения разрозненных инфраструктурных элементов (от мониторинга и управления до аналитики и визуализации).

10. Создание интерфейсов прикладного программирования (API), позволяющих разнородным IoT-устройствам работать совместно, и развитие соответствующих бизнес-моделей.

В целом, по оценкам Gartner, в ближайшее время можно ожидать появление многочисленных экосистем класса IoT, между которыми развернётся жёсткое соперничество.

Ассоциация GSMA недавно выпустила рекомендации для телекоммуникационных компаний, которые собираются разрабатывать защищённые сети для Интернета вещей. GSMA создала эти рекомендации потому, что надёжность и безопасность таких сетей вызывают беспокойство у участников рынка.

В 2016 г. крупнейшие компании, в том числе Qualcomm, Intel и Microsoft, объединились в альянс Open Connectivity Foundation (OCF), чтобы совместно работать над единым стандартом для всех IoT-гаджетов, вне зависимости от того, какой чипсет находится внутри. Всего в списке членов OCF уже более 150 компаний из различных стран мира, от производителей микроэлектроники до поставщиков техники, разработчиков сервисов и автоконцернов. Похоже, у них получится...

*По материалам **CNews, PCNews, PCWeek, Huawei, Nokia, Intel, Ericsson, it-weekly, u-blox, Gartner.***

ПРИЗЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

Редакция рассмотрела поступившие письма читателей с купонами журнала "Радио" за 2015 год. В результате наши призы, наборы для самостоятельной сборки, получат ***А. Г. Кузнецов*** (г. Екатеринбург) — **"USB-программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910"**, ***А. Яскевич*** (г. Екатеринбург) — **"Цифровое устройство с функцией измерения"**, ***А. М. Кореннов*** (г. Москва) — **"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"**, ***В. П. Лютов*** (г. Долгопрудный Московской обл.) — **"Программируемый термостат"**.

ПОЗДРАВЛЯЕМ всех призёров! Желаем успехов в творчестве!

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Помните, что журнал "Радио" — радиолюбительский и для радиолюбителей. Мы публикуем статьи по тематикам, интересующим широкий круг читателей. Пишите нам, что бы Вы хотели видеть на страницах журнала, какие темы интересны, а от каких публикаций можно воздержаться. Конечно, мы не гарантируем, что сможем удовлетворить все пожелания, но постараемся их учесть.

Присылайте нам статьи с описаниями своих разработок. Мы рассматриваем всю поступающую почту. В случае положительного решения Ваша статья будет опубликована на страницах журнала "Радио" и сможет в дальнейшем участвовать в конкурсе на лучшую публикацию.

Напоминаем, что продолжается конкурс на лучшую публикацию 2016 года. Приглашаем всех читателей стать заочными членами жюри этого конкурса. Напишите нам, какие, на Ваш взгляд, материалы, опубликованные в журнале "Радио" в 2016 г., заслуживают быть отмеченными премиями. В своих письмах указывайте, пожалуйста, фамилию автора, полное название статьи, номер журнала, в котором она опубликована, а также премию (первая, вторая, третья, поощрительная), которую заслуживает статья. Число указанных материалов не должно превышать восьми. Ваше мнение мы сможем учесть, если Вы отправите письмо не позднее **31 марта 2017 г.** (по почтовому штемпелю). Письмо можно направить и по электронной почте на адрес **mail@radio.ru** с обязательной пометкой в поле "Тема" — "Лучшие публикации 2016 года". По традиции читатели, назвавшие правильно не менее четырёх статей, признанных лучшими, получат наши призы.

Редакция

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Спутниковые ресиверы GS-8300(M, N) и DRS-8300

Устройство и ремонт

В. ФЁДОРОВ, г. Липецк

Нередко возникают случаи сильного выгорания печатной платы источника питания (даже прогорания насквозь). Восстановление монтажа при этом становится очень затруднительным из-за уничтожения печатных проводников. В таких ситуациях существует эффективный способ замены элементов первичной цепи блока на ШИ-контроллер 5L0380R или 5M0380R с интегрированным мощным транзистором, работающим в режиме ключа. Такой способ также позволяет восстановить функционирование ресивера при отсутствии исправного ШИ-контроллера LD7530 (U5).

При ремонте заменяют пробитые диоды моста D1—D4 (см. рис. 12) и диод ZD1, если он также пробит. Затем удаляют элементы R3—R8, R11, R13, R14, (R9, R10 и R12 можно оставить), C2, C3, U5, Q1, остатки припоя и следы прогорания печатной платы. Обугленные участки зачищают надфилем и наждачной бумагой. На месте удалённого транзистора Q1 устанавливают на теплоотводе простейший узел ШИ-контроллера 5M0380R с одним дополнительным резистором. Схема узла и фрагмент схемы (с точками подключения узла) источника питания представлены на **рис. 16**. При этом выводы 1 и 2 контроллера пропускают через отверстия платы, использовавшиеся для выводов затвора и стока транзистора Q1 соответственно, а выводы 3 и 4 отгибают в противоположную сторону от платы. Точки A, B, C, D и вывод 2 микросхемы соединяют с печатными проводниками блока по описываемой ниже методике.

Сначала припаивают выводы 1 и 2 контроллера к используемым для транзистора Q1 (затвора и стока) печатным проводникам (рядом с отверстиями). Вывод 2 при этом будет подключён к выводу 3 импульсного трансформатора T1. Дополнительный резистор сопротивлением 270 кОм и мощностью рассеяния 1 Вт навесным монтажом припаивают одним выводом к выводу 3 микросхемы, а другим выводом — к катоду диода D1 выпрямительного моста. Вместо конденсатора C4 устанавливают новый ёмкостью 47 мкФ и номинальным напряжением 50 В. Вместе с его плюсовым выводом в отверстие вставляют один конец отрезка монтажного провода, второй конец которого припаивают к месту соединения вывода 3 микросхемы и вывода дополнительного резистора. Между минусовым выводом конденсатора C4 и точкой подключения вывода 1 микросхемы устанавливают перемычку. Отрезком монтажного провода соединяют вывод 4 микросхемы с катодом диода ZD1. Далее проверяют качество монтажа (внешний вид авторской платы показан на **рис. 17**), устанавливают предохранитель F1, включают источник и контролируют значения выходных напряжений.

Рис. 16

В случае, когда плата источника питания значительно повреждена и не подлежит реставрации указанным выше методом, можно самому изготовить и собрать новую плату, используя элементы штатного источника питания или блока питания похожего ресивера. На **рис. 18** дана принципиальная схема (в авторском исполнении) альтернативного источника питания, собранного на основе схемного решения ресивера SAMSUNG DSB-B270V. Такие ресиверы предназначались для приёма программ НТВ+ в стандарте криптокодирования VIACCESS. Их нетрудно найти.

Принципы работы альтернативного источника питания и его устройство схожи с описанными выше для штатного источника питания. На **рис. 19** представлено расположение печатных проводников новой платы, а на **рис. 20** — размещение элементов на ней (также в авторском исполнении). Внешний вид её показан на **рис. 21**.

Вместо использованных диодов на позициях D10, D32 (см. рис. 18) можно применить диоды HER205, а на позициях D33 и D35 — SR3A и SR5A соответственно или другие диоды с необходимым прямым током и обратным напряжением не менее 60 В.

Возникающие в альтернативном источнике питания неисправности устраняют так же, как и в штатном источнике.

Ресивер не включается в дежурный режим, многофункциональный индикатор на передней панели не светится. Плавкая вставка F1 исправна.

Сначала измеряют сопротивления вторичных цепей с целью выявления короткого замыкания между выходами источника питания (разъём CN2 на рис. 12) и общим проводом. Малое сопротивление (несколько Ом) указывает на пробой соответствующего короткозамкнутому выходу выпрямительного

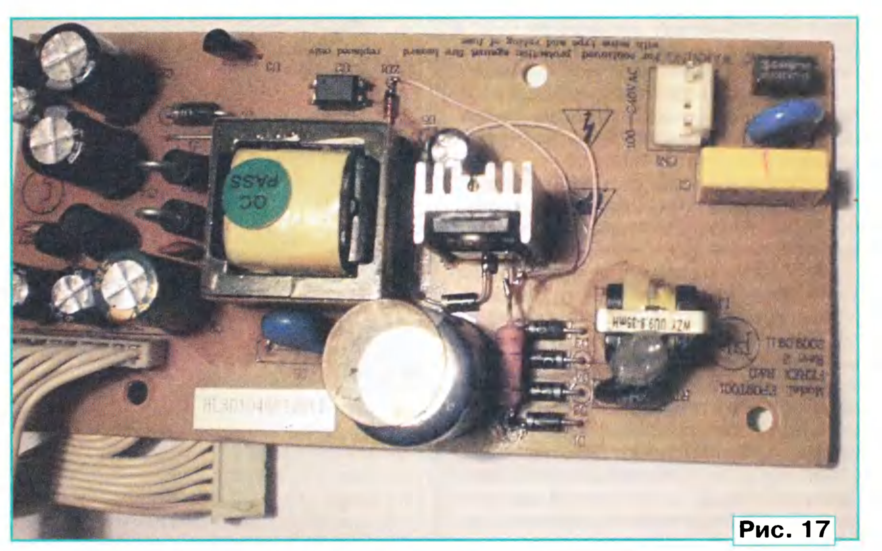


Рис. 17

Окончание. Начало см. в "Радио", 2016, № 4, 6, 7

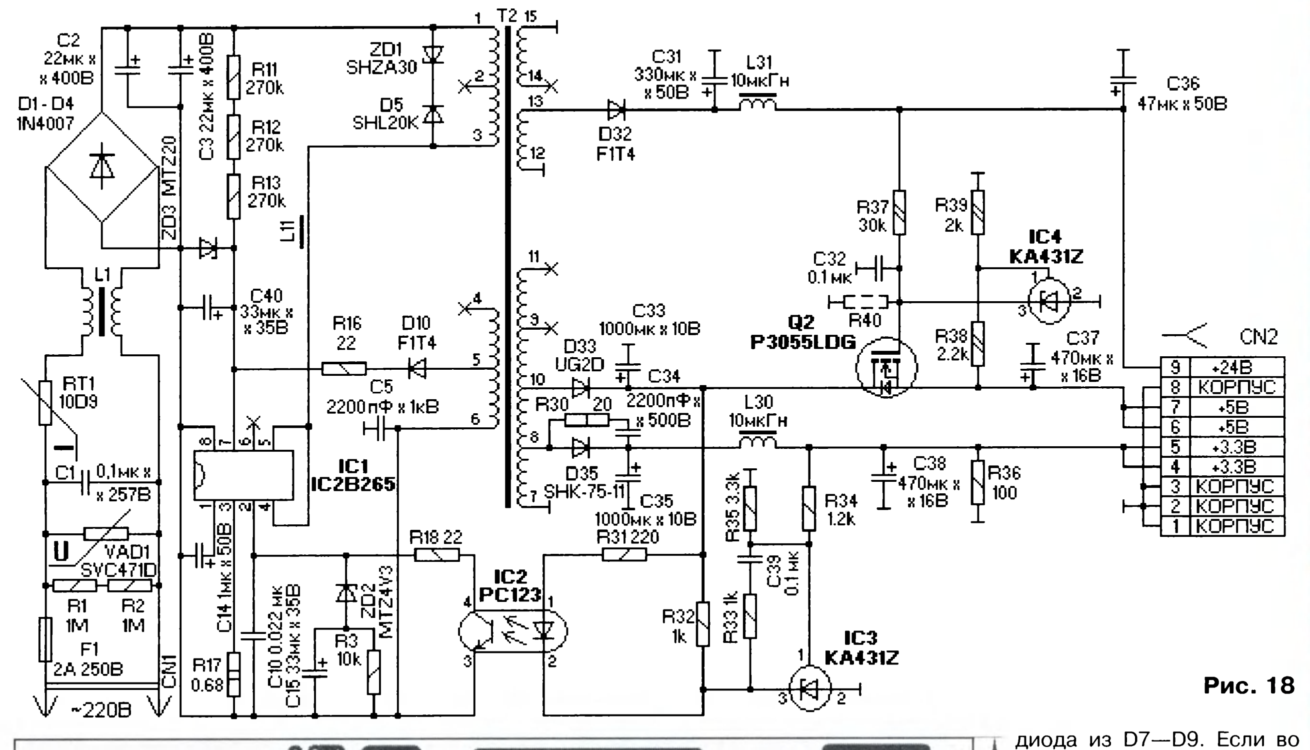


Рис. 18

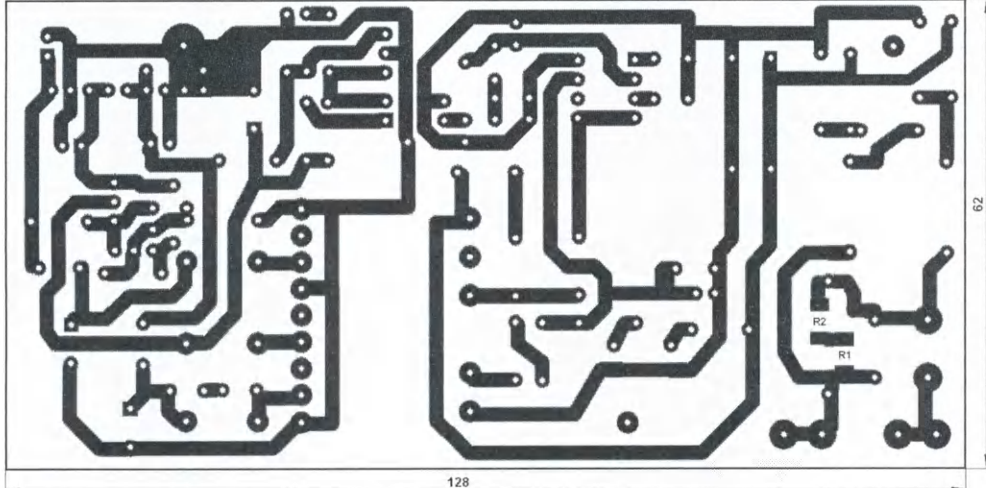


Рис. 19

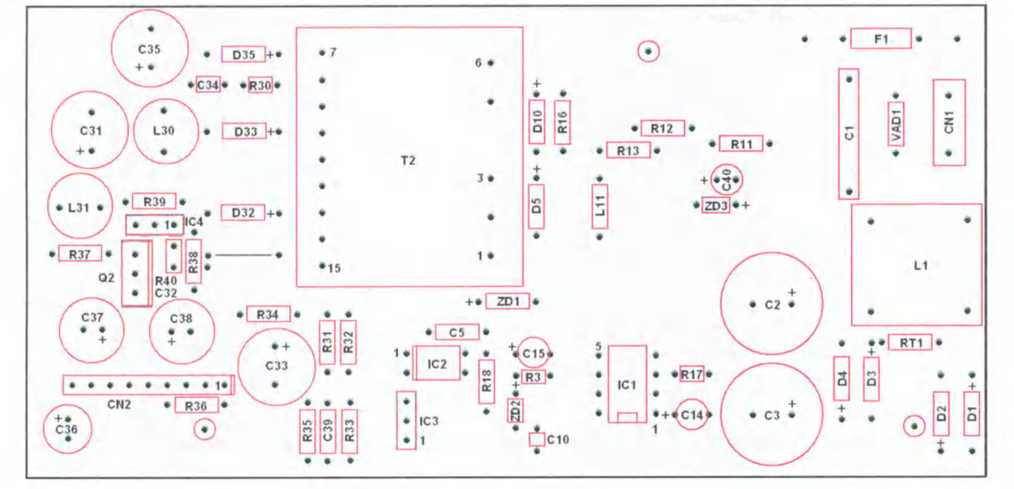


Рис. 20

диода из D7—D9. Если во вторичных цепях короткое замыкание отсутствует, проверяют цепь первоначального запуска микросхемы U5. В большинстве случаев дефект устраняют заменой элементов R4, R5, C4. Реже встречается случай выхода из строя самой микросхемы U5. К подобному дефекту приводит неисправность элементов узла стабилизации напряжения U2, U3, C10. Дефект устраняют путём их замены заведомо исправными. Встречаются случаи обрыва диода D5 и (или) резистора R19. Диод проверяют способом замены.

Возможна ситуация, когда во вторичных цепях источника питания короткое замыкание отсутствует, а контроль напряжений на его выходах показывает их хаотическое изменение и сильное уменьшение. Причём при отключённой основной плате они могут прийти в норму. Обычно такой дефект возникает при потере ёмкости конденсатором C9. К подобному дефекту может также привести выход из строя одного из элементов U2, U3 узла стабилизации или потеря ёмкости фильтрующим конденсатором C13 в цепи напряжения +5 В.

Если замена указанных элементов к восстановлению работоспособности ресивера не привела, необходимо заменить конденса-

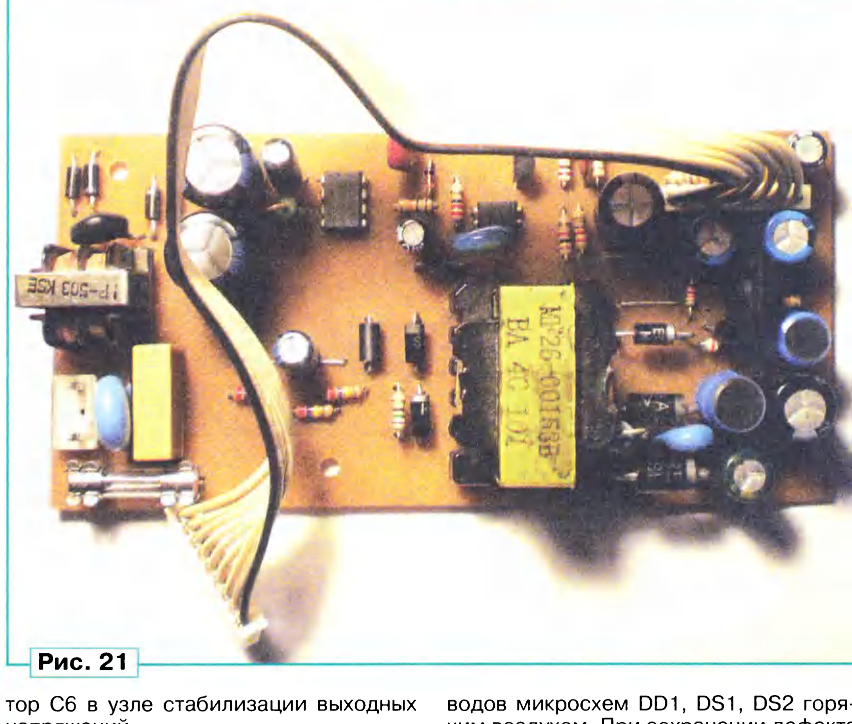


Рис. 21

тор C6 в узле стабилизации выходных напряжений.

При работе ресивера слышен сильный гул в звуковом канале.

Дефект указывает на потерю ёмкости конденсатором C5 в сетевом выпрямителе.

При работе ресивера на изображении по экрану перемещаются тонкие горизонтальные линии, возможно пропадание принимаемого сигнала или отсутствие раскодирования платных программ.

Дефект возникает при потере ёмкости конденсатором C13.

Ресивер не включается в дежурный режим, индикатор на передней панели не светится. Напряжения на выходах источника питания соответствуют норме.

Задающий генератор и цепь сброса процессора DD1 (см. рис. 2) функционируют нормально. При подключении компьютера через JTAG-интерфейс (рис. 2.2) процессор DD1 определяется, но считывание невозможно. Дефект был устранён путём замены микросхемы DS1 (рис. 2.3). Дело в том, что возможен перегрев этой микросхемы и даже почернение её корпуса. Поэтому такой дефект часто определяют визуально.

Если SDRAM-память (DS1) исправна, контролируя сигнал сброса на выводе 131 процессора DD1 (рис. 2.2), проверяют наличие импульсов тактовой частоты 27 МГц высокочастотным осциллографом на выводах резонатора ZQ1. Если импульсы отсутствуют или сильно отличаются по частоте от номинального значения, заменяют резонатор ZQ1.

Далее необходимо высокочастотным осциллографом проконтролировать сигнал тактирования на выводе 38 динамического ОЗУ DS1 (рис. 2.3), а также наличие сигнала выбора кристалла на выводе 26 FLASH-памяти DS2. Если они не в норме, пропаивают места паек выводов микросхем DD1, DS1, DS2 горячим воздухом. При сохранении дефекта заменяют микросхему DS2, прошив её образцовой ("эталонной") прошивкой на автономном программаторе.

Далее включают ресивер, и в случае оставшегося дефекта заменяют процессор DD1. Перед его установкой проверяют целостность печатных проводников между ним, ОЗУ и FLASH-памятью.

Ресивер не выходит из дежурного режима, индикатор на передней панели не светится. При отключённой основной плате источник питания формирует требуемые напряжения. После замены источника питания на заведомо исправный дефект не устраняется.

Проверяют выходы блока питания на наличие короткого замыкания между ними и общим проводом устройства. При наличии замыкания можно предположить, что произошёл пробой одного или нескольких полупроводниковых приборов (микросхем), подключённых к этим цепям. Проверяют напряжение питания ядра процессора DD1 +1,2 В (рис. 2.2). Оно может отсутствовать в результате выхода из строя линейного стабилизатора DA2.

Если дефект обнаруживается в цепи напряжения +3,3 В, и поскольку к ней подключены несколько микросхем, выявляют неисправную. Дополнительными признаками выхода из строя может служить вздутие и обугливание корпуса. Если эти признаки не выявлены, то вышедший из строя элемент можно определить путём исключения (разрыва цепи питания). Дефектный элемент заменяют. При выходе из строя микросхемы DS2 для замены новый элемент программируют полностью на автономном программаторе.

При включении изображение и звуковое сопровождение отсутствуют. На передней панели индикатор высвечивает ошибку Er30 (Er31).

Проверка видеосигнала осциллографом на выходе процессора DD1 показала его наличие. На выходах коммутатора DA4 (рис. 2.3) видео- и звуковые сигналы отсутствуют. Причина дефекта — пробой микросхемы DA4. При этом часто её корпус прогорает. Дефект оказался вызван неправильной эксплуатацией ресивера: подключением к нему телевизора во включённом состоянии. Устраняют дефект путём замены коммутатора DA4.

Следует заметить, что номера ошибок в разных версиях ПО могут отличаться. Указанная нумерация соответствует версии 1.2.424.

При включении изображение и звуковое сопровождение отсутствуют. На передней панели индикатор показывает текущее время. Программы переключаются и с ПДУ, и с передней панели ресивера.

Проверка видеосигнала осциллографом на выходе процессора DD1 показала его наличие. На коммутаторе видео- и звуковых сигналов DA4 при проверке питания было выявлено отсутствие напряжения +12 В на выводе 3. Причиной дефекта оказался пробой стабилитрона VD3 (рис. 2.1). Параметрический стабилизатор R81VD3 желательно заменить интегральной микросхемой KA7812.

Ресивер включается в рабочий режим, OSD-графика есть, звук и изображение отсутствуют, индикаторы уровня и качества принимаемого сигнала показывают его отсутствие.

После сброса в заводские настройки при запуске сканирования ресивер не находит программы. Несмотря на высокое качество применяемых во входных цепях ресивера электронных компонентов, определённую роль в выходе из строя сыграл плохой монтаж на заводе-изготовителе, использование припоя невысокого качества и плохая промывка остатков паяльной пасты.

Для восстановления работоспособности входных цепей ресивера потребуются анализатор спектра с рабочей частотой до 2,5 ГГц и ВЧ-осциллограф. В меню ручной настройки устанавливают параметры передачи любого рабочего транспондера спутника, вещающего программы "Триколор ТВ" в конкретной местности. Измеряют напряжения, подаваемые в кабель снижения (+13 или 18 В, в зависимости от поляризации принимаемого сигнала), и питающие узлы модуля. При их отсутствии или отклонении от нормы проверяют цепи их формирования от источника питания до модуля.

Обычно в таком случае происходит выход из строя микросхемы DA1. Одновременно довольно часто происходит обрыв резистора R78 и, тоже часто, оказываются пробитыми транзисторы VT5, VT6. При коротком замыкании в микросхеме DA1 на индикаторе передней панели появляются бегущие буквы SC SC. Аналогичное сообщение может быть и при пробое конденсаторов C45 и C55.

Если напряжение питания конвертера в норме, проверяют напряжение питания +3,3 В микросхемы DD3, напряжение питания ядра +1 В микросхемы DD4, а также сигналы SCL и SDA шины I^2C на её выводах 97 и 98.

При отсутствии управляющих сигналов контролируют связи микросхемы DD4 с коре-модулем и процессором DD1, пропаивают места пайки выводов резисторных сборок R27, R33, R36 и микросхем DD1, DD4. Если указанные цепи в норме, заменяют коре-модуль на заведомо исправный. Ремонтируют коре-модуль согласно рекомендациям в [2]. Косвенным признаком неисправности коре-модуля может быть то, что при включении ресивера в сеть и переводе его в рабочий режим он не инициализируется (на экране появляется и не исчезает надпись **Инициализация модуля NPR**).

В случае исправности коре-модуля пропаивают места паек выводов резисторных сборок R146—R148 (рис. 2.2). Если дефект остаётся, заменяют процессор DD1. Далее приступают к проверке цепей входного компенсирующего усилителя на транзисторе VT1 (рис. 2.1) и аттенюатора на элементах VT10, VD6.

Микросхема DD4 выходит из строя редко, и работоспособность ресивера обычно восстанавливают пропаиванием мест пайки выводов этой микросхемы и окружающих её элементов. Очень часто нарушение приёма возникает из-за потери ёмкости оксидным конденсатором C195 или утечки в нём (на платах версий r0.01 и r.0.04 он бывает вздутым), который рекомендуется заменить даже при его исправности (*см. примечание редакции*).

Встречается также следующий дефект на платах версии r.0.07: выход из строя микросхемы DD4 в результате пробоя транзистора в DC-DC-преобразователе DA5. Обе микросхемы нужно заменить.

Очень часто нарушение приёма возникает в результате потери ёмкости оксидными конденсаторами C121, C123 и C128 или утечки в них, которые все рекомендуется обязательно заменить.

При замене микросхем DD3 и DD4 следует руководствоваться рекомендациями по монтажу интегральных микросхем в корпусах QFN и TQFP.

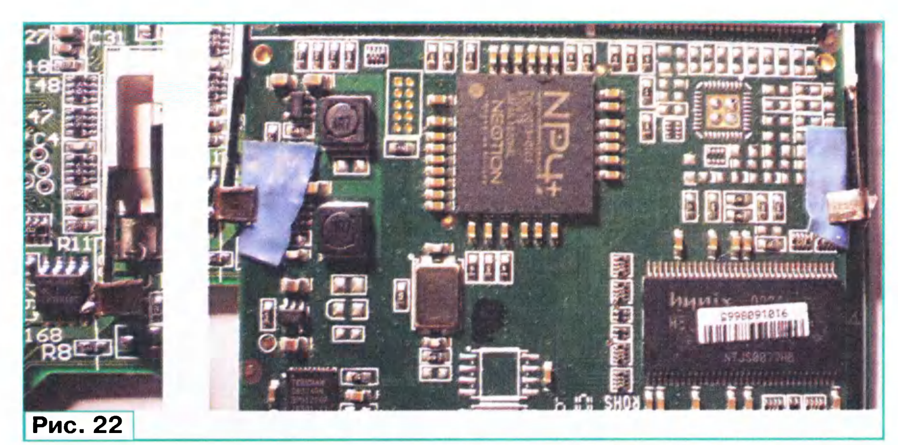


Рис. 22

Анализатором спектра проверяют сигнал РЧ на выводе 4 микросхемы DD3. Если сигнал РЧ отсутствует или сильно уменьшен, заменяют транзистор VT1.

Проверяют частотомером наличие колебаний задающего кварцевого генератора 27 МГц на выводе 32 микросхемы DD3. При их отсутствии пропаивают места паек выводов кварцевого резонатора ZQ2 и микросхемы DD3. Затем осциллографом или анализатором шины I^2C проверяют присутствие сигналов SCL и SDA на входах (выводы 12, 13) микросхемы DD3. Если они в норме, заменяют DD3. В случае, когда эти сигналы на микросхему DD3 не приходят, проверяют сигналы SCL и SDA, поступающие на микросхему DD4 (выводы 97, 98) с управляющего контроллера DD1 ресивера и наличие колебаний образцовой частоты 27 МГц на выводе 122 микросхемы DD4. Если они в норме, пропаивают места паек её выводов. При сохранении дефекта заменяют её.

Осциллографом необходимо проконтролировать форму и амплитуду сигналов I и Q на выходах микросхемы DD3. Шумоподобные сигналы на этих выводах должны иметь амплитуду от 700 до 900 мВ. При их отсутствии микросхему DD3 заменяют. В ином случае поиск неисправности продолжают в цепях микросхемы DD4.

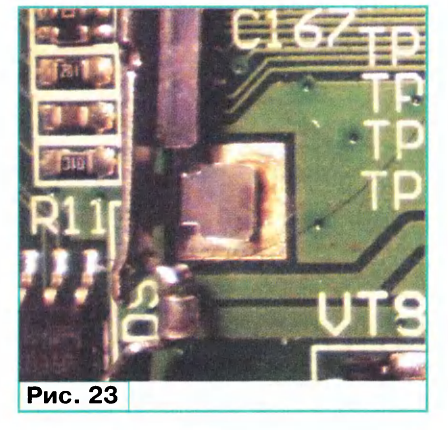


Рис. 23

Часто описываемый дефект возникает при попадании влаги в места расположения элементов входных узлов ресивера по кабелю снижения. Обычно это происходит из-за неправильной установки комплекта. При этом разрушаются печатные проводники рядом с входным разъёмом ресивера. Для устранения дефекта нужно продублировать разрушенные проводники одножильным лужёным медным проводом диаметром 0,3 мм. Входной разъём промывают спиртом от следов коррозии, а при разрушении центрального гнезда заменяют.

Ресивер включается в рабочий режим, OSD-графика есть, звук и изображение отсутствуют, индикатор уровня принимаемого сигнала показывает его наличие, индикатор качества показывает его отсутствие.

При таком дефекте проверяют прохождение сигналов TS от микросхемы DD4 до коре-модуля и сигналов SCL и SDA процессора DD1. Необходимо проверить качество пайки выводов резисторных сборок и ограничительных резисторов, которая часто нарушается из-за попадания влаги во входные узлы ресивера по кабелю снижения. При отсутствии сигналов TS на входе процессора DD1 проверяют исправность коре-модуля заменой на заведомо исправный. Пропаивают места пайки выводов резисторных сборок и процессора DD1.

На основной плате версий r.0.01 и r.0.04 часто обламываются пластмассовые фиксаторы на разъёме SO DIMM 144, в который устанавливают коре-модуль. Соединение в разъёме при этом нарушается и проявляется описанный дефект. Если фиксаторы не утеряны, их приклеивают моментально затвердевающим клеем. В случае утери фиксаторов из двух полосок латуни размерами 4×8 мм формируют два Г-образных уголка. Затем припаивают их к металлическим пружинам разъёма и с изолирующими прокладками устанавливают коре-модуль так, как показано на **рис. 22**.

В основной плате версии r.0.09 фиксаторы цельнометаллические. Однако из-за использования плохого флюса место пайки фиксатора со временем разрушается, контактирование в разъёме нарушается и появляется описанный дефект. Для устранения дефекта необходимо тщательно припаять фиксатор к печатной плате, как видно на **рис. 23**.

После непродолжительной работы изображение рассыпается на кубики и затем на мелкие чёрточки, "зависая" при этом. Синхроимпульсы на видеовыходе присутствуют. В результате полного отключения ресивера от сети и его охлаждения повторное включение приводит к кратковременному появлению изображения с последующим "зависанием".

При таком дефекте обычно полностью отсутствует индикация уровня входного сигнала и его качества на соответствующих индикаторах экранного меню. Неисправность может быть вызвана как выходом из строя преобразователя РЧ, так и нарушением работы QPSK-демодулятора. При этом нужно быть уверенным в работоспособности конвертера, его соединения с модулем (отсутствие пробоев и замыканий в кабеле снижения) и наличии напряжения, питающего конвертер. Для устранения дефекта используют рекомендации, данные в предыдущем случае.

Такой же дефект может возникнуть из-за потери ёмкости конденсатором C5 источника питания (обычно определяют визуально по его вздутию). При этом одновременно в канале звука про-

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

слушивается сильный фон с частотой питающей сети.

Если указанные способы ремонта оказались безрезультатными, необходимо продуть холодным воздухом элементы основной платы ресивера в режиме "зависания". Если изображение появляется при обдуве микросхемы DS1, а пропайка её выводов горячим воздухом дефект не устраняет, то он, скорее всего, вызван холодной пайкой выводов резистивных сборок R1, R5 или выходом из строя самой микросхемы DS1.

Изображение принимаемой программы нормальное. Звук искажён в одном или обоих каналах или может отсутствовать полностью.

Осциллографом проверяют наличие аналоговых сигналов звука на выходах процессора DD1 (выводы 24, 25, 28 и 29). Если они присутствуют и питание микросхемы DA4 в норме, последнюю заменяют.

Ресивер принимает открытые FTA-каналы, кодированные DRE-каналы не принимаются (появляется сообщение "Кодированный канал").

Устраняют дефект так. Входят в меню **СТАТУС** (кнопкой STATUS на ПДУ). В строке **ID** приёмника должен высветиться уникальный двенадцатизначный номер карты или микросхемы криптозащиты формата xx13xxxxxxxx. Так же могут использоваться карты серий 23, 24.

В строке **Версия ПО модуля** должна быть версия 0.8.75. Если коре-модуль имеет более старую версию ПО, необходимо, используя ПДУ, переключить ресивер на канал 333 и попытаться обновить ПО модуля через OTA-обновление. В случае, если ПО не обновляется по каким-нибудь причинам, нужно запрограммировать коре-модуль с SD-карты.

Перед обновлением ПО модуля необходимо выключить питание приёмника. Форматируют CDHC SD-карту памяти не ниже шестого класса. Для этого SD-карту вставляют в SD-слот приёмника и включают питание. При этом на экране появится предложение отформатировать карту. Нажимают **Да**. После форматирования выключают питание ресивера, извлекают карту памяти и записывают в неё файл прошивки update.otm, который находится в одном файле архива с ПО приёмника.

Вставляют подготовленную SD-карту с записанным на неё файлом update.otm в выключенный приёмник и включают его. Автоматически в течение минуты начнётся обновление ПО модуля. Оно происходит в шесть этапов, которые отображаются на передней панели приёмника и на экране телевизора.

После того как завершатся все этапы (возникнет сообщение **6/6 100%**), необходимо извлечь SD-карту и перезагрузить ресивер.

Внимание! При загрузке ПО в ресивер со спутника или карты выключать его питание запрещается.

Если по какой-нибудь причине ПО с SD-карты не обновляется (это может произойти из-за повреждения BOOT-секторов FLASH-памяти коре-модуля), необходимо выпаять микросхему FLASH-памяти из коре-модуля и запрограммировать её образцовой прошивкой ПО модуля версии 0.8.75.

Описываемые ресиверы предназначены для просмотра различных пакетов программ. Основным пакетом называют ЕДИНЫЙ. Необходимо убедиться в его оплате. Для этого в меню **СТАТУС** нажимают на кнопку i на ПДУ (красная кнопка). На экране появятся подписки и их классы с датами подписок. Пакет ЕДИНЫЙ имеет класс Class001. Если он оплачен, а платных каналов нет, необходимо сделать заявку на повторную активацию в абонентском центре "Триколор ТВ". Оплату пакета можно также проверить на официальном сайте компании НСК [7].

Если подписки отсутствуют и нет ID карты или микросхемы криптозащиты, необходимо проверить плату картридера. Для этого устанавливают карту в картридер. Измеряют уровень сигнала на выводе 2 разъёма XP8 (должен быть высокий). Осциллографом проверяют сигналы обмена со смарт-картой. Если они отсутствуют, зачищают контакты картридера.

После ремонта платы картридера или оплаты просмотра пакета ЕДИНЫЙ, а также дополнительных пакетов (например, ДЕТСКИЙ) ресивер будет ожидать рассылки активизирующего ключа. Такие ключи высылают несколько раз в день. Их ожидание может достигать нескольких часов. После получения ключа ресивер будет бесперебойно открывать платные каналы без ожидания. При длительном полном отключении ресивера от сети (более трёх дней) возникает необходимость получения нового активизирующего ключа.

Официальным производителем ресивера DRS-8300 была фирма DownRidge Select Limited, которая прекратила существование. Ресиверы GS-8300 (M, N) производила российская компания General Satellite. Аппаратная часть ресиверов изготовлена различными китайскими фирмами, также прекратившими существование. Как и в случаях с ранее рассмотренными в журнале ресиверами, при их поставке были обнаружены различные недостатки, допущенные при сборке.

Обновление ПО ресиверов обеспечивает сама компания НСК.

ЛИТЕРАТУРА

7. "Триколор ТВ". — URL: **http://tricolor.tv/abonents** (03. 06. 16).

***От редакции**. К сожалению, конденсатор C195 на схеме (см. рис. 2.1) отсутствует. Так как все схемы автор рисовал (и в других аналогичных статьях) сам с печатных плат, поэтому возможны пропуски элементов, повторы позиционных обозначений и др. Номинал конденсатора — 470 мкФ × 10 В. Подключён он плюсовым выводом к верхнему по схеме выводу дросселя L15 на выходе преобразователя DA5, а минусовым — к общему проводу. В части статьи, опубликованной в "Радио", 2016, № 6, ошибочно указано, что питается этот преобразователь напряжением 5 В. Должно быть 3,3 В. Терморезистор RT1 на рис. 18 включён не до дросселя L1, а после него.*

ОБМЕН ОПЫТОМ

Корректировка показаний электронных напольных весов

Е. МУРЗИН, г. Екатеринбург

Я несколько лет пользовался электронными напольными весами торговой марки Torneo. Весы удобные и всё было хорошо, пока неожиданно, буквально за один день, показания моего веса не выросли на 4...5 кг. Проверка с помощью покупной фляги с водой весом 19,8 кг показала, что весы стали существенно и стабильно завышать показания. Почему — непонятно, элементы питания я менял — без результата, механических конструктивных повреждений не было.

R1 560 R2 1 к — К S–
Красный Белый Коричневый

Рис. 1

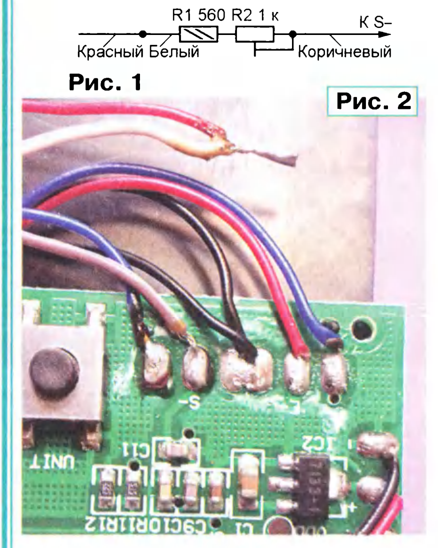


Рис. 2

Осмотр конструкции весов показал, что в них, вероятно, используется измерительный мост с тензодатчиками (ТД), размещёнными под опорами весов, сигналы с которых обрабатываются установленной на печатной плате микросхемой неизвестного типа и выдаются на ЖК-дисплей. Сопротивление всех ТД оказалось одинаковым и равным примерно 870 Ом. Какие-либо регулировочные элементы на плате отсутствовали. Имелись обычные для измерительного моста обозначения: S–, S+, E–, E+.

Для корректировки показаний от контакта S– на плате (**рис. 1**) был отпаян идущий от ТД красный провод и в разрыв впаяна цепь, состоящая из постоянного резистора R1 и подстроечного R2 (**рис. 2**). Указанные на схеме номиналы некритичны и обеспечивают изменение показаний весов примерно на 5 %. Увеличение сопротивления резисторов, видимо, снизит точность измерений (но зато сделает ваш вес "стабильным" на долгие годы). Каких-либо особых требований к элементам цепи не предъявляется, можно применить любые подходящие по габаритам детали.

Трёхполосная АС с фазоинвертором

Г. КРЫЛОВ, г. Москва

Автор уже много лет профессионально занимается конструированием и производством эксклюзивных акустических систем. В этой статье он рассказывает о конструкции трёхполосного стереокомплекта АС, где установлены высококачественные динамические головки известных зарубежных производителей. В кроссовере применены также высококачественные компоненты, улучшающие верность воспроизведения музыкальных записей различных жанров.

Эта акустическая система была одним из экспонатов выставки "Российский Hi-End 2015", где вызвала интерес многих посетителей и заслужила высокие оценки специалистов и любителей при демонстрационных прослушиваниях.

Проект этой акустической системы (АС) был начат давно, но доделать первую пару удалось только к 15-й выставке "Российский Hi-End" в ноябре 2015 г. Недавно была сделана вторая пара с небольшими изменениями: упрощён корпус и немного изменён кроссовер по результатам прослушивания и измерений.

В АС применены динамические головки: высокочастотная Morel ET338-104 [1], среднечастотная Scan-Speak 15M/4531K00 [2] и низкочастотная SEAS H1215 [3].

ВЧ-головка израильской фирмы с мягким куполом отличается очень мощной магнитной системой и малыми нелинейными искажениями. Несмотря на наличие магнитной жидкости в зазоре, она обладает динамичным звучанием и хорошо передаёт звучание медных и ударных инструментов.

СЧ-головка диаметром 15 см датской фирмы Scan-Speak в серии Revelator стала одной из лучших среди СЧ-головок всех производителей. Её подвижная система отличается большим линейным ходом (именно для СЧ-головки) и допускает относительно низкую частоту разделения. Нелинейные искажения в рабочей полосе частот очень малы: магнитная система имеет два линеаризующих медных кольца. Бумажный диффузор имеет специальные надрезы, обеспечивающие более ровную АЧХ в конце поршневого режима.

НЧ-головки диаметром 18 см (6,5 дюйма) норвежской фирмы SEAS — обычные с бумажным диффузором, пропитанным с наружной стороны. Пропитка обеспечивает ровный спад АЧХ выше рабочей полосы частот. В каждой АС установлены две таких головки в общем объёме. Акустическое оформление — с фазоинвертором (ФИ).

Две головки размером 6,5 дюйма имеют площадь диффузора немного больше, чем одна восьмидюймовая головка. Также у H1215 область поршневого режима простирается до частоты 800 Гц, а у головки размером 8 дюймов той же фирмы поршневой режим заканчивается на частотах выше 600 Гц. У H1215 параметр ускорения $Bl/M_{ms} = 496$, а у восьмидюймовой головки он обычно не превышает 350.

Требуемый объём для НЧ-головок и частоту настройки ФИ можно оценить в программе на Exel (freeware) Unibox (автор — датчанин Kristian Kougaard), заложив в неё параметры головок из перечня характеристик (datasheet). Эта простая и удобная программа позволяет учесть многие параметры головок, различные конфигурации и рассчитать

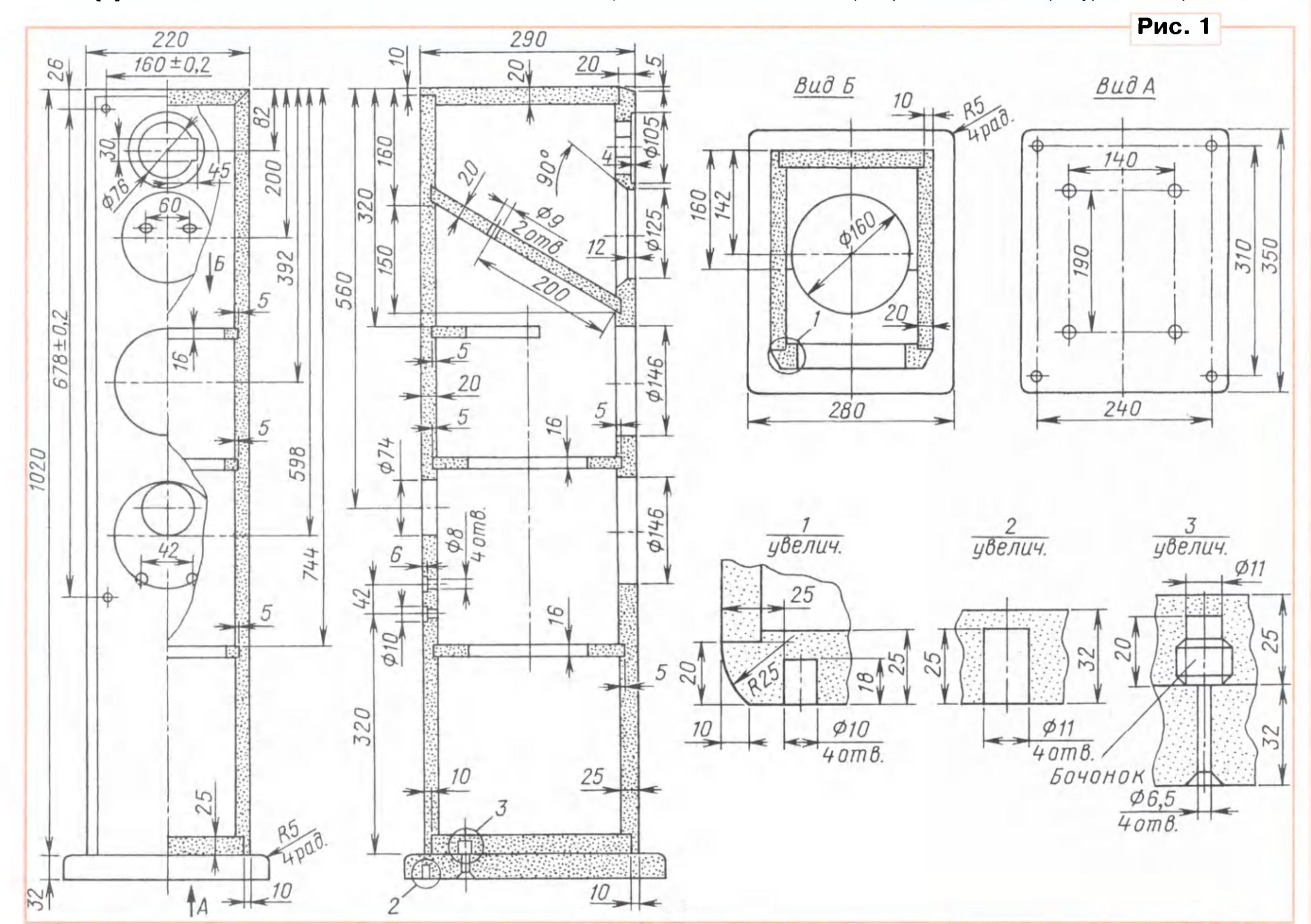


Рис. 1

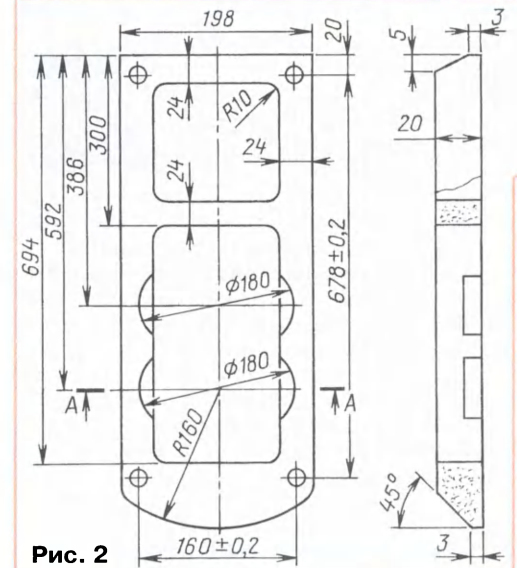
различные оформления. При расчётах нужно учитывать предположительное активное сопротивление катушки фильтра НЧ-звена.

Для двух Н1215, соединённых параллельно, расчёты показывают оптимальный объём примерно 32 л, а при диаметре трубы фазоинвертора 66 и длине 116 мм частота настройки ФИ — около 43 Гц. Эти размеры соответствуют размерам готового фазоинвертора АН-4 китайского производства. Впоследствии труба ФИ была обрезана до длины 100 мм. Реальная частота настройки стала около 44 Гц.

В прототипе АС НЧ-головки были установлены каждая в свой отсек, что дало возможность корректно провести измерения.

Чертежи корпуса и его деталей (рамка для ткани — гриль) показаны на **рис. 1** и **2**.

Корпус выполнен из материала MDF (иногда применяют транслит МДФ — мелкодисперсионная фракция из древесины). Передняя панель и основание имеют толщину 25 мм, остальные панели — 16 и 20 мм. Корпус отделан шпоном и крепится к съёмному основанию, покрашенному в чёрный цвет. АС рекомендуется устанавливать на шипы, для чего в основании предусмотрены стальные втулки с резьбой.



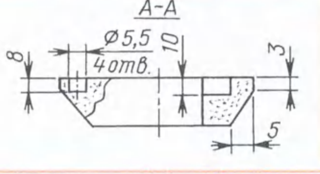


Рис. 2

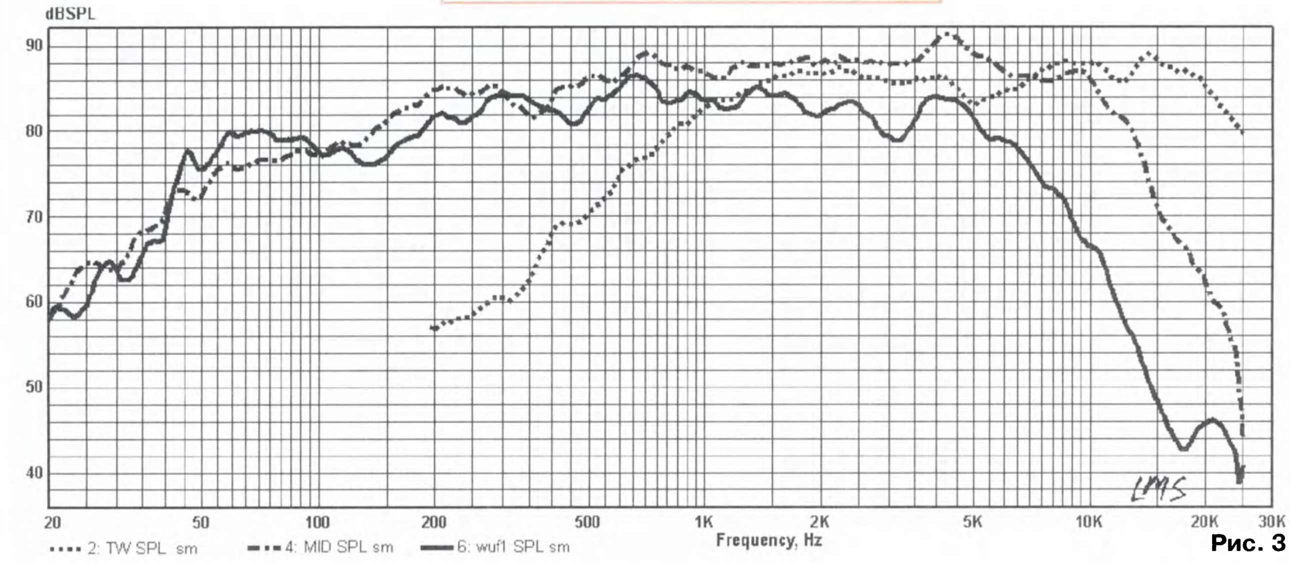


Рис. 3

Когда акустическая система проектируется с нуля, могут понадобиться макетные корпуса для отработки конструкции, но в этом случае (к выставке) было решено заказать сразу чистовой корпус в шпоне.

Наклонная перегородка между отсеками СЧ и НЧ в АС сделана для частичного подавления вертикальной стоячей волны в корпусе и для уменьшения объёма отсека СЧ. При горизонтальной перегородке этот отсек получался слишком большим, а для получения необходимого объёма отсека НЧ приходилось увеличивать общую высоту АС, которая и так была больше метра (1052 мм без шипов). Отсек СЧ заполнен синтепоном более чем на 50 %, но пространство около СЧ-головки свободно от синтепона.

Фильтр акустической системы нельзя рассчитать корректно, не имея измеренных АЧХ по звуковому давлению и импедансу каждой головки, установленной в корпус.

Для акустических измерений необходим измерительный комплекс. В простейшем виде — это микрофон, звуковая карта компьютера и компьютерная программа для электроакустических расчётов. Я пользуюсь измерительным комплексом LMS американской фирмы LINEARX. Он не выпускается в настоящее время, но очень удобен для измерений и позволяет измерять АЧХ в неподготовленном помещении. Комплекс включает в себя микрофон, плату для компьютера и программное обеспечение.

Существуют и другие средства измерений, например, Clio итальянской фирмы Audiomatica SRL или MLSSA. Однако для любительских измерений подобные системы очень дороги.

Более простым средством является программа LoudSpeaker LAB 3 шведского автора, но она не бесплатная. Программа позволяет использовать звуковую карту компьютера с подходящим для этих целей микрофоном.

Законченным и относительно недорогим решением является ATB PC PRO немецкой фирмы Kirchner. Несмотря на немного примитивную реализацию эта компьютерная программа позволяет проводить измерения, достаточные для изготовления качественных АС.

На **рис. 3** показаны АЧХ динамических головок, измеренные по звуковому давлению, а на **рис. 4** — характеристики их импеданса. АЧХ измерены с расстояния 0,5 м по оси излучения соответствующих головок. Пунктирная линия — для ВЧ-головки, штрихпунктирная — для СЧ-головки, сплошная — для НЧ-головки.

АЧХ по звуковому давлению сглажены для удобства применения. Система не тарирована для измерения абсолютного значения звукового давления, поэтому графики не соответствуют заявленной чувствительности головок. Уровень сигнала выбирается исходя из удобства измерений так, чтобы не мешали шумы системы и не было больших искажений.

После измерений графики экспортируются в программу-симулятор, которая позволяет смоделировать АЧХ и другие параметры системы с учётом фильтра. Программа также позволяет рассчитать элементы фильтров кроссовера и оптимизировать АЧХ. Я пользуюсь программой LspCAD 5.25 автора Ingemar Johansson. Она является достаточно мощной, но не очень сложной в освоении. Существует более поздняя версия, но она недостаточно удобна.

Есть ещё очень мощная программа LEAP того же LINEARX, что производил

РАДИО® ЗВУКОТЕХНИКА
Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-83-05
РАДИО № 8, 2016

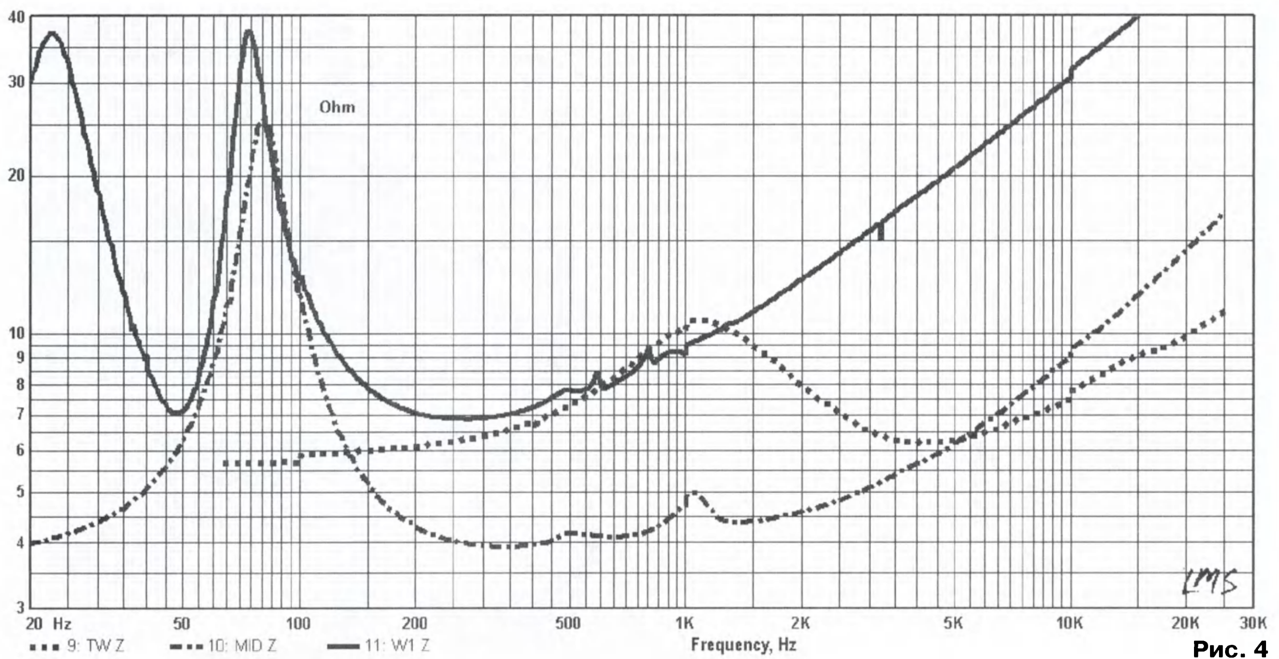


Рис. 4

LMS. Она более совершенна, но тяжела в использовании.

Готовый результат моделирования представлен на **рис. 5**. Верхний график — суммарная АЧХ на оси ВЧ-головки в бесконечности (толстая линия) и АЧХ головок со своими фильтрами (тонкие линии). АЧХ нельзя назвать ровной, но это не критично, так как симулятор показывает более ровную АЧХ на оси на 5 град. выше оси ВЧ-головки. Нижний график — характеристика импеданса АС и головок с соответствующими фильтрами.

Схема фильтров кроссовера для одного канала АС показана на **рис. 6**.

В кроссовере на НЧ использован фильтр первого порядка (катушка индуктивности L4). Полоса СЧ также обрезана сверху и снизу фильтром первого порядка (C2 и L2). Для полосы ВЧ применён фильтр второго порядка (C1L1).

Акустический и электрический порядки спада фильтров обычно не совпадают, так как в полосе задержания фильтра АЧХ головок имеют собственные неравномерности. Поэтому реальные спады вблизи частот разделения в полосах НЧ и СЧ снизу близки к первому, в полосах СЧ сверху и ВЧ — ближе к третьему из-за собственных спадов АЧХ головок, которые добавляются к спаду, обеспечиваемому электрическим фильтром.

В АС все головки подключены синфазно. Обычно басовые головки не удаётся свести фильтром первого порядка и без переполюсовки — чаще применяется второй порядок. Здесь это удалось ценой большей неравномерности суммарной АЧХ. Низкий порядок фильтров означает более широкие области совместной работы головок и лепестковые диаграммы направленности в вертикальной плоскости с узкими центральными лепестками. Но АС с фильтрами низких порядков звучит более естественно, слитно и живо.

Цепь R6C5 совместно с катушкой L4 образуют фильтр-пробку, вырезающий небольшой выброс на АЧХ басовых головок, который слышен, если не принять специальных мер. Одновременно эта цепь немного уменьшает наклон АЧХ выше частоты разделения, поэтому, чтобы скомпенсировать это уменьшение наклона, введена цепь R7C6.

Контур L5C7 (как режектор) устраняет подъём в импедансе басового звена на частотах около 75 Гц. Это нужно для устранения пика на АЧХ громкоговорителя, который маскирует нижний бас. Это явление называется "накачкой", термин предложен С. Д. Батем. Большинство производителей АС не учитывают это явление, хотя существуют проекты АС, где применяется подобная цепь, выравнивающая импеданс.

В кроссовере применены полипропиленовые конденсаторы, причём C1 и C2 — Mundorf Supreme (дорогие, чёрного цвета — см. фото далее). Цена конденсаторов C2, C3 (сборки из четырёх штук) соизмерима с ценой СЧ-головки, но в хорошем тракте разница в звучании АС с такими конденсаторами заметна. Для экономии его можно заменить другим — Mundorf MCap (белого цвета). Можно

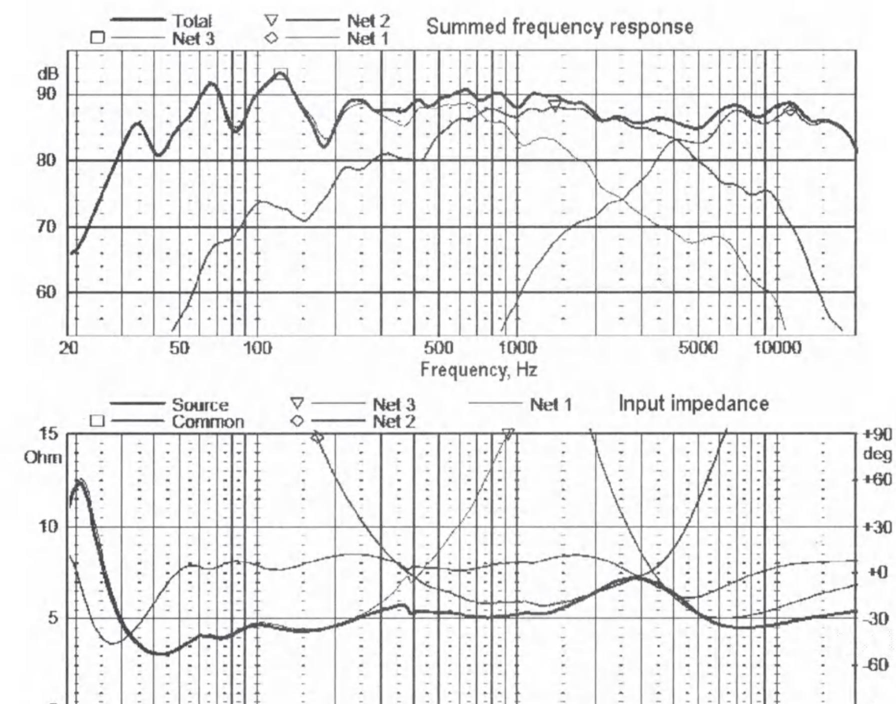


Рис. 5

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

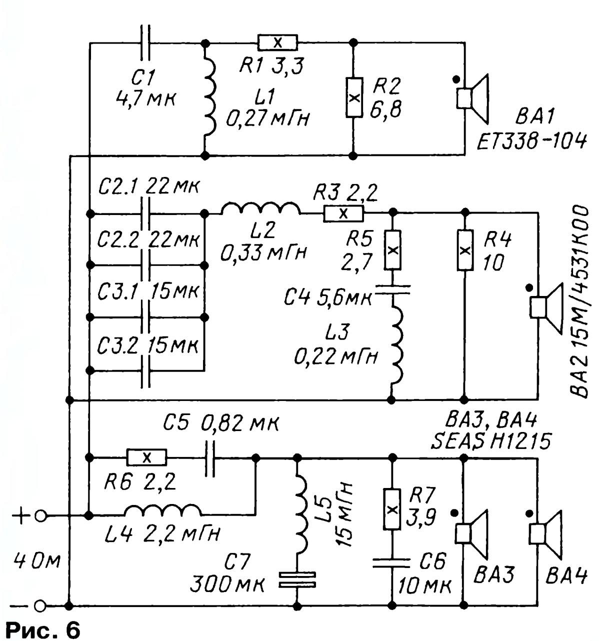


Рис. 6

Рис. 7

использовать частично Supreme, а частично MCap (как C4). Конденсатор C7 — неполярный оксидный (Mundorf Bipolar).

Катушки — обычные из обмоточного провода, кроме L2 (Mundorf CFC16), которая намотана ленточным обмоточным проводом. Диаметры провода для катушек L1 и L3 (Mundorf L100) — 1 мм, для L4 (Mundorf L140) — 1,4 мм, для L5 (Mundorf L71) — 0,71 мм (сопротивление около 4,5 Ом). Катушка L5 может быть на ферромагнитном сердечнике, и её сопротивление может отличаться, в этом случае сумма сопротивления катушки L5 и дополнительного резисто-

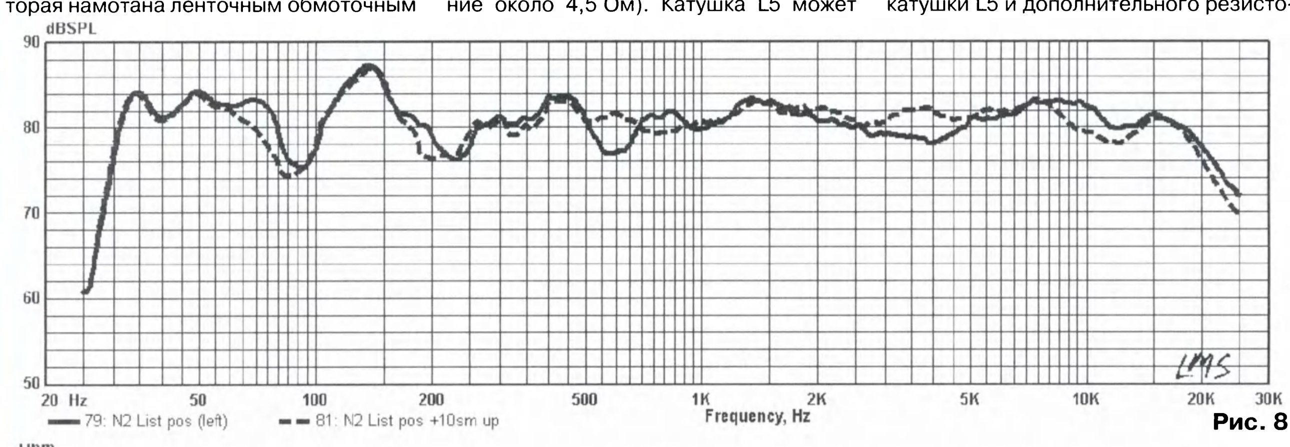


Рис. 8

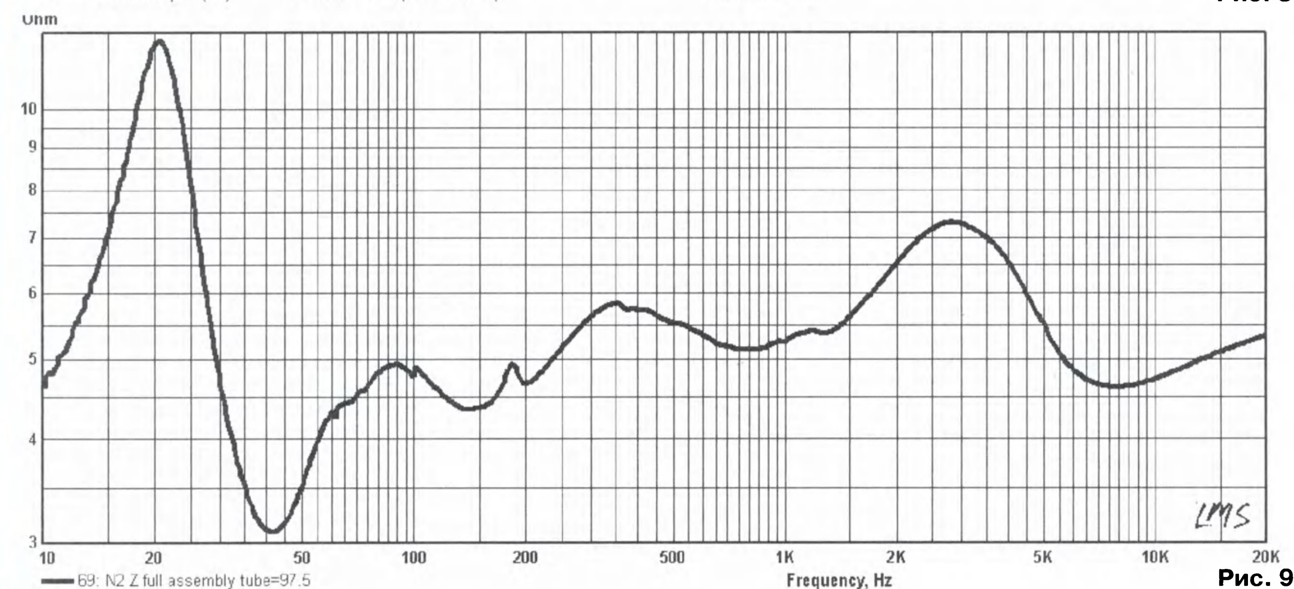


Рис. 9


Рис. 10

ра (на схеме не показан) должна быть приблизительно равна 4,5 Ом. Резисторы в кроссовере — металлооксидные (Mundorf MResist MOX).

На фото **рис. 7** кроссовер показан в сборе. Детали монтируют на выводах навесным монтажом и крепят термоклеем к панели из МДФ, фанеры или другого материала толщиной 3...6 мм. Фильтры собраны на двух панелях: вместе для СЧ—ВЧ и отдельно — для НЧ. Панель фильтра НЧ крепится к боковой стенке АС в отсеке нижней НЧ-головки, а панель фильтров для СЧ и ВЧ головок — к боковой стенке в отсеке верхней НЧ-головки. Отверстия, через которые проходят провода от фильтров к СЧ- и ВЧ-головкам, должны быть загерметизированы пластилином.

Посмотрим, какие реальные импеданс и АЧХ обеспечивает данный кроссовер.

На **рис. 8** показана АЧХ АС в комнате, снятая с расстояния 1 м по оси ВЧ-головки. Видно, что она похожа на продукт моделирования (см. рис. 4), но оказалась более ровной, чем предсказывал симулятор. Такое часто бывает из-за того, что динамические головки по умолчанию при моделировании и измерениях считаются минимальнофазовыми, а в реальности, за пределами поршневого режима, это может не выполняться.

Поэтому сразу смоделировать "правильный" фильтр не получится. Требуются изменения в фильтрах и дополнительные измерения и прослушивания.

Реально АЧХ (сглаженная в треть октавы) укладывается в отклонение ±3 дБ, если не обращать внимания на АЧХ ниже 300 Гц, где заметно влияет помещение.

В частности, из-за интерференции прямого от АС и отражённого от пола сигналов у микрофона фиксируется спад АЧХ в области около 200 Гц. При удалении от АС этот эффект нивелируется. Локальные максимумы на частотах 34 и 60 Гц обусловлены стоячими волнами, которые воспринимает микрофон в данной точке (на 34 Гц — между стенами, на 60 Гц — между полом и потолком). Максимум в области 140 Гц возник из-за отражения от близко стоящей мебели.

Учитывая незначительное сглаживание характеристики, результат — вполне достойный.

На **рис. 9** показана частотная характеристика импеданса АС. Она практически совпадает с рассчитанной при моделировании. Небольшой пик на 180 Гц — неподавленная вертикальная стоячая волна в отсеке НЧ. Метки на 100 Гц и 1 кГц генерируются программно, в реальности их нет.

Видно, что импеданс в рабочей области частот не падает ниже 3,3 Ом и не превосходит 7,2 Ом (кроме низкочастотного горба фазоинвертора). Систему можно считать номинально четырёхомной, и она может использоваться с ламповым усилителем, так как имеет довольно ровный импеданс и достаточно высокую чувствительность.

Технические характеристики АС

Номинальное сопротивление, Ом 4
Рекомендуемая мощность усилителя, Вт . . . . .25...70
Чувствительность при 2,83 В, дБ 88
Полоса воспроизводимых частот при неравномерности ±3 дБ, Гц . . . . .40...20000

На фото **рис. 10** показан первый стереокомплект АС (корпуса по краям стенда), изготовленный и представленный на выставке "Российский Hi-End" в 2015 г. По мнению многих посетителей, при средней стоимости комплектующих и изготовления качество отделки корпусов достаточно высокое, а звучание АС оценено как сбалансированное и естественное на многих музыкальных жанрах, хотя, нужно признать, фонограммами "тяжёлого металла" или "рока" автор там не располагал...

ЛИТЕРАТУРА

1. Morel ET338-104. — URL: **http://www.morelhifi.com/product/et-338-104/** (21.04.16).
2. Scan-Speak 15M/4531K00. — URL: **http://www.scan-speak.dk/datasheet/pdf/15m-4531k00.pdf** (21.04.16).
3. SEAS H1215 CA18RNX. — URL: **http://www.seas.no/index.php?option=com_content&view=article&id=340:h1215-08-ca18rnx&catid=44&Itemid=461** (21.04.16).

РАДИО®
ЗВУКОТЕХНИКА
тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 8, 2016

Доработка устройства защиты ламп накаливания от перегорания на тринисторе КУ202Н

А. КУЗНЕЦОВ, п. Малошуйка Архангельской обл.

Для предотвращения выхода ламп накаливания из строя в момент включения предложены различные устройства плавного и ступенчатого включения. Схема одного из них изображена на **рис. 1** (предложена **В. Банниковым** в статье "Автомат защиты ламп от перегорания на реле и тринисторе", опубликованной в "Радио", 1996, № 12, с. 35, 36). После включения устройства в сеть через лампу накаливания EL1 течёт пульсирующий в результате выпрямления диодом VD2 ток, и она светит вполнакала. При положительной полуволне сетевого напряжения через резистор R1 и диод VD1 начинает заряжаться конденсатор C1, включённый между управляющим электродом и катодом тринистора VS1. По мере зарядки напряжение

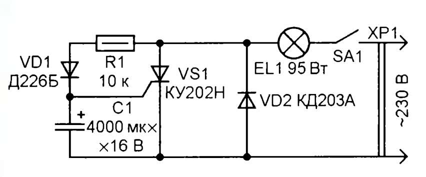


Рис. 1

на конденсаторе увеличивается и наступает момент, когда его становится достаточно для открывания тринистора. В это время устройство ведёт себя нестабильно: свет мерцает либо лампа светит не в полную мощность, что говорит о неполном открывании тринистора. Когда же напряжение на управляющем электроде повышается настолько, что тринистор остаётся открытым в течение всего полупериода сетевого напряжения, мигание лампы прекращается и она светит ровно.

Второй недостаток устройства проявляется после выключения электропитания и последующего включения через непродолжительное время. При этом уже нет никакой задержки полного включения, лампа загорается сразу полным накалом, причина — в большой ёмкости конденсатора C1, на разрядку которого требуется довольно много времени.

В предлагаемом доработанном устройстве (**рис. 2**) недостатки предыдущего устранены. Сопротивление резистора R1 уменьшено в два раза (до 4,7 кОм), что обеспечило полное надёжное открывание тринистора. Дополнительно введён транзистор VT1, включённый как эмиттерный повторитель, а ёмкость конденсатора C1 уменьшена до 470 мкФ. Конденсатор включён между базой и коллектором транзистора, поэтому его ток зарядки равен току базы транзистора и как минимум на порядок меньше тока зарядки через резистор R2. Это и позволило уменьшить ёмкость конденсатора с 4000 до 470 мкФ при сохранении времени его зарядки.

После замыкания контактов выключателя SA1 лампа EL1, как и до переделки, начинает светить вполнакала. Конденсатор C1 в момент замыкания контактов разряжен, напряжение на управляющем электроде тринистора в первые положительные полупериоды задаётся открытым транзистором VT1 и равно 0,2...0,25 В. Весь ток в эти полупериоды практически течёт через

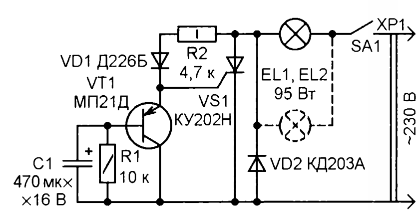


Рис. 2

лампу EL1, резистор R2, диод VD1 и транзистор VT1. Тринистор закрыт. По мере зарядки конденсатора напряжение эмиттер—коллектор возрастает — начинается перераспределение протекающего тока. Появляется и растёт ток через управляющий электрод тринистора, а эмиттерный ток транзистора уменьшается. С некоторого момента рост тока приводит к открыванию тринистора и далее — к плавному увеличению яркости свечения лампы вплоть до полного.

Время от включения устройства в сеть до открывания тринистора — примерно такое же, что и до переделки, а вот время между выключением и последующим включением лампы с сохранением ступенчатого характера существенно сократилось, поскольку конденсатор C1 имеет значительно меньшую ёмкость и разряжается через шунтирующий его резистор R1, увеличивающий скорость разрядки.

Монтаж устройства — навесной, детали — малогабаритные и припаяны к выводам тринистора VS1 и диода VD2, установленных на небольшой текстолитовой плате, теплоотводов они не имеют. Устройство надёжно работает с двумя лампами мощностью 95 Вт каждая.

РОССИЯ

МОСКВА. 29 июня должен состояться конкурс на пул радиочастот. На конкурс выставлены частоты в 47 городах, среди них есть и города-миллионники: Новосибирск, Самара, Казань, Ростов-на-Дону и др. Согласно документации, победитель должен заплатить за 47 частот 88,1 млн руб. и внести 2 % от этой суммы (1,76 млн руб.) в качестве конкурсного взноса. То есть средняя цена за одну частоту составит 1,87 млн руб.

Единственным претендентом на этот пул частот, выставленных Роскомнадзором на конкурс в конце апреля, стала компания "Дом музыки", как следует из документов, опубликованных на сайте службы. Этой компании принадлежит радиостанция "Радио Книга", которая с 2015 г. вещает в Москве на частоте 105 МГц (источник — URL: **http://www.vedomosti.ru/technology/articles/2016/06/14/645181-radio-kniga** (21.06.16)).

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. 1 июня филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" перевёл трансляцию радиостанции "Радио России" в УКВ-диапазон стандарта CCIR (87,5...108 МГц) в 36 населённых пунктах Алтайского края (**таблица**). Запуск состоялся в ходе реализации проекта ВГТРК по переводу сети радиовещания из одного УКВ-диапазона в другой. Эфирная трансляция радиостанции "Радио России" в диапазоне OIRT (65,9...74 МГц) в этих населённых пунктах прекращена (источник — URL: **http://altai.rtrs.ru/news/read/443/** (21.06.16)).

7 июня филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Звезда FM" в г. Барнауле на частоте 107, 9 МГц

АЛТАЙ, РЕСПУБЛИКА. 1 июня филиал РТРС "РТПЦ Республики Алтай" начал трансляцию радиостанции "Радио России" со вставками ГТРК "Горный Алтай" на частоте 103,5 МГц в селе Кош-Агач (источник — URL: **http://gorny.rtrs.ru/news/read/87/** (21.06.16)).

АСТРАХАНЬ. В городе Астрахани на частоте 87,9 МГц со 2 июня в тестовом режиме начало вещание "Наше радио". В дальнейшем возможно появление в эфире региональных блоков, в том числе новостных программ (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/nachalos-veshchanie-nashego-radio-v-astrakhani-i-shadrinske.php** (21.06.16)).

"Радио России — Астрахань" в ближайшее время перейдёт в диапазон CCIR, а также в эфире появится новая для города радиостанция "Вести FM. Астрахань". "Радио России" будет вещать на частоте 104,5 МГц, а "Вести FM" — на частоте 107,4 МГц.

Передатчик уже смонтирован, завершаются пуско-наладочные работы. Параллельно ведётся регистрация в Связьнадзоре, и с 1 июля радиостанции планируют выйти в эфир (источник — URL: **http://www.ast-news.ru/node/163985** (21.06.16)).

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

БЛАГОВЕЩЕНСК. Филиал РТРС "Амурский ОРТПЦ" к 160-й годовщине г. Благовещенска, которая отмечается 4 июня, начал тестовую трансляцию радиостанции "Маяк" на частоте 90,2 МГц (источник — URL: **http://amur.rtrs.ru/news/read/189/** (21.06.16)).

БРЯНСК. На смену одной из самых старых радиостанций г. Брянска "Чистые ключи" пришла входящая в структуру ВГТРК информационная станция "Вести FM", ориентировочно её трансляция начинается в июне на частоте 107,6 МГц.

"Чистые ключи" начали свою работу в Брянске 20 июня 1998 г. и стали второй радиостанцией в городе (после радио "Серебряный Дождь—Брянск"). В диапазоне FM (ранее брянские станции вещали только на УКВ). В настоящее время радиостанция ведёт круглосуточное автоматизированное стереовещание (источник — URL: **http://bryansku.ru/2016/06/03/v-bryanske-zakroyut-radiostanciyu-chistye-klyuchi/** (21.06.16)).

№	Населённый пункт	Район	Частота, МГц
1	Алейск	Алейский	104,6
2	Алтайское	Алтайский	102
3	Баево	Баевский	104,8
4	Белокуриха	Смоленский	107,4
5	Бурла	Бурлинский	101,5
6	Быстрый Исток	Быстроистокский	107,5
7	Верх-Суетка	Суетский	102,7
8	Волчиха	Волчихинский	101,5
9	Гальбштадт	Немецкий	103,9
10	Горняк	Локтевский	103
11	Ельцовка	Ельцовский	100,1
12	Завьялово	Завьяловский	102,8
13	Залесово	Залесовский	103,3
14	Ключи	Ключевский	103,2
15	Красногорское	Красногорский	106,8
16	Краснощёково	Краснощёковский	104,3
17	Курья	Курьинский	102,4
18	Кытманово	Кытмановский	100,2
19	Малый Бащелак	Чарышский	102,8
20	Михайловское	Михайловский	102,9
21	Николаевка	Михайловский	103,4
22	Новичиха	Новичихинский	103,7
23	Панкрушиха	Панкрушихинский	103,2
24	Ребриха	Ребрихинский	101,3
25	Сентелек	Чарышский	103
26	Солонешное	Солонешенский	102
27	Солтон	Солтонский	103,3
28	Староалейское	Третьяковский	103,4
29	Табуны	Табунский	106,9
30	Тогул	Тогульский	104,2
31	Топчиха	Топчихинский	105,2
32	Тюменцево	Тюменцевский	100,7
33	Угловское	Угловский	100,3
34	Хабары	Хабарский	103,5
35	Шелаболиха	Шелаболихинский	105,7
36	Шипуново	Шипуновский	100,9

ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ. 10 июня филиал РТРС "Забайкальский КРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России + ГТРК Чита" в пос. Дульдурга. Частота вещания — 103,3 МГц, мощность передатчика — 100 Вт (источник — URL: **http://chita.rtrs.ru/news/read/197/** (21.06.16)).

ИРКУТСКАЯ ОБЛ. 1 июня филиал РТРС "Иркутский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России" в г. Усть-Илимске на частоте 91,3 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://irkutsk.rtrs.ru/news/read/293/** (21.06.16)).

КУРГАНСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Наше радио" 2 июня начала вещание в г. Шадринске Курганской области на частоте 103,1 МГц (источник — URL: **http://www.nashe.ru/2016/06/novye-goroda-veshhaniya/** (21.06.16)).

МУРМАНСКАЯ ОБЛ. 2 июня к региональной сети "Радио Дача" присоединился г. Апатиты, частота вещания — 103,1 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3456.html** (21.06.16)).

НИЖНИЙ НОВГОРОД. Все радиостанции ГТРК "Нижний Новгород" теперь транслируются в диапазоне CCIR. К ранее введённым в строй радиостанциям "Вести FM" и "Маяк" присоединяется "Радио России", её старт на частоте 93,9 МГц состоялся 1 июня (источник — URL: **http://vestinn.ru/ news/society/60069/** (21.06.16)).

ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛ. 9 июня в г. Орске был дан старт трансляции "Радио России" на частоте 107,5 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт. Средний радиус зоны охвата — около 30 км. На трассе Орск—Оренбург принять радиостанцию можно в 60 км от Орска. Ранее "Радио России" транслировалось на частоте 66,92 МГц.

Оренбургский филиал РТРС также транслирует "Радио России" в г. Бугуруслане и в с. Матвеевке на частотах соответственно 107,5 МГц и 102,1 МГц (источник — URL: **http://orenburg.rtrs.ru/news/read/348/** (21.06.16)).

Автором рубрики был получен письменный ответ на вопрос о судьбе средневолновых передатчиков, ранее транслировавших радиостанцию в этих населённых пунктах:

"...1 июня в Матвеевке и Бугуруслане, по решению заказчика — ВГТРК, были выключены последние средневолновые передатчики оренбургского филиала РТРС, которые вели трансляцию "Радио России". В этот день были запущены в работу передатчики диапазона CCIR мощностью по 100 Вт для эфирной трансляции программ этой станции. В обслуживании оренбургского филиала РТРС не осталось средневолновых передатчиков. Оборудование в Матвеевке и Бугуруслане будет демонтировано" (конец цитаты).

РЯЗАНЬ. 1 июня в г. Рязани на частоте 100,7 МГц началось вещание радиостанции "Love Radio" (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3448.htm** (21.06.16)).

САМАРА. 2 июня филиал РТРС "Самарский ОРТПЦ" начал круглосуточную трансляцию радиостанции "Комсомольская правда" на частоте 98,2 МГц в Самаре. Мощность передатчика "TF-1000" — 1 кВт (источник — URL: **http://samara.rtrs.ru/news/read/459/** (21.06.16)).

ТАМБОВ. 1 июня в г. Тамбове на частоте 90,9 МГц началось вещание "Радио Дача". Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://tambov.rtrs.ru/news/read/198/** (21.06.16)).

С 1 июня на частоте 107,4 МГц в Тамбове вещает "Радио Шансон". Произошло переформатирование радиостанции: это, в первую очередь, связано с патриотическим настроением в целом по стране. Радио "Global FM" (ранее оно работало на этой частоте) в основе своей транслировало англоязычную музыку. "Радио Шансон" — это абсолютно русскоязычная музыка. Вторая причина — экономика. Радио "Global FM" — экономически успешный проект, но предполагается, что новый проект позволит заработать больше, поскольку целевая аудитория, по расчётным данным, значительно шире.

ТАТАРСТАН. 1 июня филиал РТРС "РТПЦ Республики Татарстан" начал трансляцию радиостанции "Радио России + Радио Татарстана" в сёлах Новошешминск (98,8 МГц), Сарманово (96,4 МГц) и Кушманы (101,6 МГц). Мощность передатчиков — 100 Вт (источник — URL: **http://tatariya.rtrs.ru/news/read/291/** (21.06.16)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. 1 июня началось вещание "Радио Energy" в г. Осташкове на частоте 107,2 МГц (источник — URL: **http://www.vkpm.ru/?an=news-page&uid=103433** (21.06.16)).

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. 1 июня радиостанция "Авторадио" начало вещание в г. Новомосковске на частоте 107,9 МГц (источник — URL: **http://www.vkpm.ru/?an=news-page&uid=103434** (21.06.16)).

ТЮМЕНЬ. Группа компаний "Дом радио" планирует нынешним летом произвести смену одной из своих программных концепций. Предположительно с июля 2016 г. на частоте 90,4 МГц в г. Тюмени начнёт вещание федеральная радиостанция "Comedy Radio". На текущий момент

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

имеются все необходимые разрешительные документы и лицензии (источник — URL: **http://www.vsluh.ru/news/society/306948** (21.06.16)).

УДМУРТИЯ. 10 июня филиал РТРС "Удмуртский РРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России" в пос. Балезино. Частота вещания — 96,3 МГц.

ХАБАРОВСК. К сети регионального вещания радиостанции "Energy" присоединился г. Хабаровск. Он стал 86-м городом (не считая Москвы) в сети. Всего же в зоне уверенного приёма сигнала радиостанции расположены 430 городов России. В Хабаровске станцию можно услышать на частоте 91 МГц (источник — URL: **http://vkpm.ru/?an=news-page&uid=103621** (21.06.16)).

ЗАРУБЕЖНЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

КАНАДА. Религиозная организация "Bible Voice Broadcasting" (BVB) в конце мая без объявлений прекратила трансляции программ на русском и украинском языках, выходивших ранее в эфир на частоте 6130 кГц.

СИРИЯ. Передачи Русской службы "Радио Дамаск" с неплохим качеством можно слушать в сети по следующему адресу <**http://82.137.248.20:1935/RCham/RChamLive/playlist.m3u8**>. По воскресеньям нерегулярно транслируются выпуски программы по письмам "Мы и слушатели". Сайт радиостанции находится по адресу **http://www. syriaonline.sy/radio.php**, здесь выкладываются записи передач за неделю.

США. Цитата: "С 26 июня Русская служба "Радио Свобода" прекращает радиовещание в диапазоне коротких волн. Круглосуточное вещание сохраняется на Интернет-сайте "Радио Свобода". С 00 до 06 и с 21 до 22 часов по московскому времени программы Русской службы можно слушать на средних волнах на частоте 1386 кГц также круглосуточно через спутники "Hot Bird" и "AsiaSat" (источник — URL: **.http://www.svoboda.org/content/article/27769319.html** (21.06.16)).

Напомним, что впервые Русская служба этой станции появилась в эфире 1 марта 1953 г. под названием "Радио Освобождение".

Объявляемое вещание на частоте 1386 кГц ведётся с использованием передатчика мощностью 75 кВт, находящегося в Ситкунае (Sitkunai), Литва (которое с большой натяжкой можно полноценно слушать в близлежащей округе).

Между тем как-то тихо и незаметно прошло другое событие: как сообщает сайт "Tuapse Press" (**http://tuapsepress.com/full.php?id=773**), 31 мая без объявлений прекращены трансляции станции на коротких волнах на черкесском и аварском языках. В эфире от былой Северокавказской службы "Свобода" осталось только ежедневное 20-минутное вещание на чеченском языке. Причина закрытия указанных служб на сегодняшний день остаётся неизвестной.

Хорошего приёма и 73!

Кварцевые лестничные фильтры на частоту 30...70 МГц. Часть 2

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

Во время многочисленных экспериментов я столкнулся с разным качеством кварцевых резонаторов и пришёл к выводу, что фильтр на трёх резонаторах может дать достаточно полную картину о том, что можно реализовать с приобретёнными резонаторами, а что останется мечтой. Основное отличие этого фильтра — простота реализации, и к этому он уже даст результат, который отчасти может быть лучше, чем избирательность фильтров первой ПЧ в РПУ ценовой категории до 1000 долл. Во второй части статьи рассмотрим этапы реализации фильтров и установки их в аппаратуру.

Подготовка

Для первых экспериментов, а также для простых проектов "на выходной день" предлагается схема на трёх кварцевых резонаторах (***рис. 2.1 на 3-й с. обложки***). Пример показан на резонаторах 55845-24, но это не принципиально, и вы сможете уже проработать свой проект на другой частоте. Порядок действий при этом тот же. Заказ на сайте **www.quartz1.com** обрабатывается в течение месяца. Для реальных проектов рекомендую заказывать на один резонатор больше, чтобы иметь возможность их подбора по вторичным параметрам. Приобретённые мной резонаторы были среднего качества, и надо оценить результаты их применения.

Продожение. Начало см. в "Радио", 2016, № 7

В схеме фильтра показано много отдельных конденсаторов, которые потом в конечной конструкции объединяются, и в итоге будут "работать" всего четыре штуки. С помощью элементов C6, L2 и C7 можно установить симметрию АЧХ. Элементами L1, C1 и C12, L3 обеспечивают согласование фильтра для подключения измерительных приборов с импедансом 50 Ом.

Я даже поленился сделать "настоящую" плату и разместил все элементы на отрезке фольгированного стеклотекстолита (***рис. 2.2 на 3-й с. обложки***). Но этот узел тем не менее обеспечивает основные требования, предъявляемые к макетным платам. В первую очередь, это практически идеальный общий провод большой площади, а также короткие соединительные провода. Для быстрого макетирования для кварцевых резонаторов применены гнёзда. Особо важным моментом оказался выбор подстроечных конденсаторов. Они должны иметь три вывода (два соединены со статором), которые припаивают "треугольником", чтобы они не сломались при частом вращении их оси. Кроме того, качество исполнения ротора должно быть хорошим, чтобы контакт не нарушался после нескольких десятков вращений.

Ещё один важный момент. Любой соединительный кабель имеет не идеальные параметры. В нашем случае основным мешающим фактором является его паразитная ёмкость в случае не идеального согласования на значение более 50 Ом, в этом случае АЧХ смакетированного фильтра искажается. Поэтому для повышения точности измерений в этом случае рекомендую подключать макетную плату непосредственно к измерительному прибору. Если это невозможно, на входе или выходе фильтра следует установить аттенюатор 3...10 дБ (50 Ом) (***рис. 2.3 на 3-й с. обложки***). Такой аттенюатор можно сделать из выводных резисторов С2-10, МЛТ.

Для проведения измерений параметров кварцевых резонаторов и АЧХ фильтров можно использовать приборы, описание которых приведены в [1, 2]. При этом детектор с идеально логарифмической характеристикой можно собрать на микросхемах AD8307, AD8310.

Входной контроль кварцевых резонаторов

Производство кварцевых резонаторов на частоту 30...100 МГц достаточно сложное, и не все изделия, которые прекрасно работают в генераторе, могут быть пригодны для фильтров из-за дефектов их АЧХ. По результатам моих экспериментов около 2 % резонаторов для фильтров не подходят. Фильтры, собранные "на скорую руку" без учёта вторичных параметров, редко имеют привлекательные характеристики. Поэтому предлагается процедура измерения вторичных параметров. Позднее, используя эти параметры, можно значительно повысить качество фильтра. В зависимости от задачи резонаторы можно группировать преимущественно по совпадению $F_{пос}$ или по паразитным резонансам.

Проверка вторичных параметров кварцевого резонатора

Определение $F_{пос}$ и сопротивления на этой частоте $R_{пос}$ целесообразно при создании узкополосных фильтров, когда центральная частота фильтра $F_{ф}$

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18

близка к $F_{пос}$, а импеданс фильтра низкий (до 50 Ом). Разница по $F_{пос}$ между резонаторами менее 500 Гц даст практически идеальный результат, расхождение до 1,5 кГц можно считать допустимым, а если она более 3 кГц — возникают проблемы в фильтрах на четырёх и более резонаторах, будет заметная неравномерность АЧХ в полосе пропускания. При большем расхождении резонаторы можно не браковать, а лучше поставить более "высокочастотные" по краям фильтра и там с помощью конденсаторов настроить до требуемого значения. Это улучшит прямоугольность и заграждение за полосой пропускания.

Измерения проводят по схеме, показанной на ***рис. 2.4,а на 3-й с. обложки***. В точке подключения резонатора присутствует импеданс 25 Ом. Кварцевые резонаторы имеют при резонансе сопротивление 4...25 Ом, и поэтому можно не только измерить $F_{пос}$, но ещё и $R_{пос}$, измерив напряжение на резонаторе. Подключив генератор напрямую к измерительному прибору, измеряют напряжения U_1 на нагрузке. Подключают кварцевый резонатор и настраивают генератор на частоту $F_{пос}$ по минимуму напряжения и фиксируют его второе значение — U_2. Затем определяют по формуле резонансное сопротивление: $R_{пос} = 25/(U_1/U_2 - 1)$.

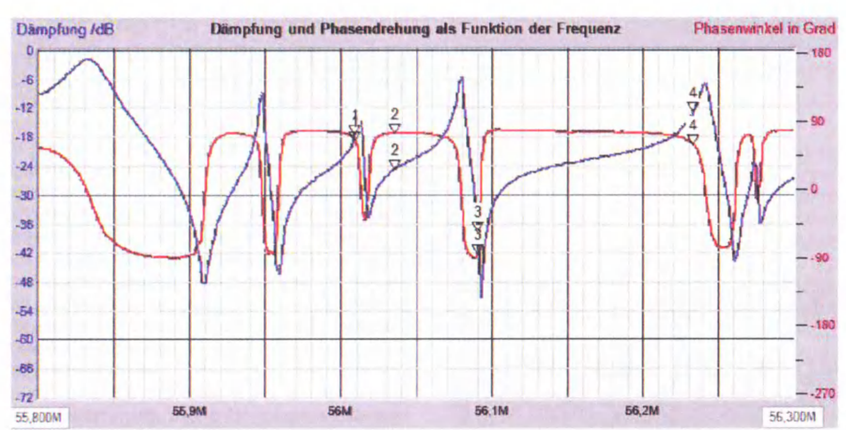


Рис. 2.7

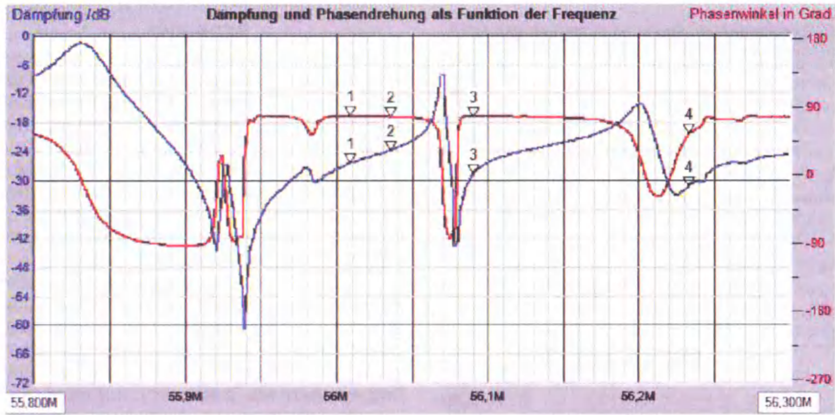


Рис. 2.8

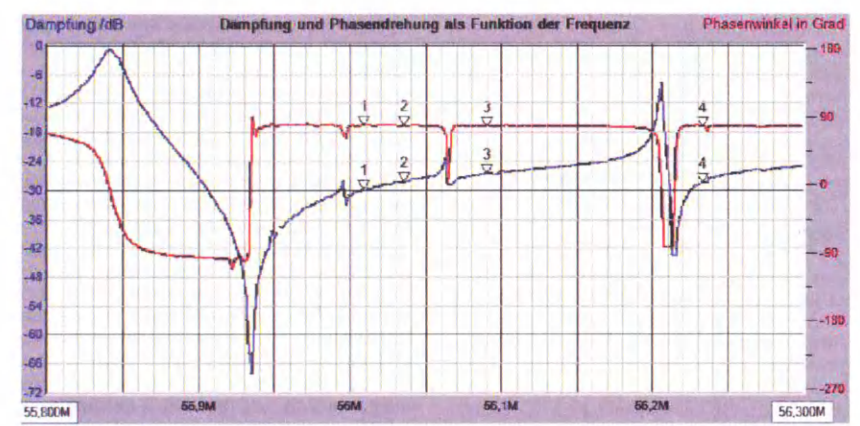


Рис. 2.9

Паразитные резонансы

Если импеданс фильтра более 100 Ом, паразитные резонансы могут проявить себя в значительной мере. Они не влияют на АЧХ в полосе пропускания, но при неудачном совпадении даже в фильтре на четырёх резонаторах можно получить паразитные полосы пропускания по уровню 24 дБ. Результат работы быстрого макетирования фильтра на трёх резонаторах можно оценить на ***рис. 2.5 на 3-й с. обложки***. Видно, что образовались две "лазейки" на уровне −26 дБ, хотя общее заграждение получилось не хуже −50 дБ.

Так как в первом смесителе происходит инверсия частоты, РПУ с таким фильтром будет уязвим для помех, отстоящих на 160 и 400 кГц ниже частоты приёма. Например, при работе на диапазоне 30 или 20 м на слабый DX могут "наехать" мощные станции из диапазона 31 или 22 м. А по лазейке "+160 кГц" даже сигналы от местных радиолюбителей могут помешать принять DX, поскольку нарушается нормальная работа первого УПЧ или второго смесителя.

Так как в процессе производства проводится подгонка частоты резонанса, у кварцевого резонатора образуются отклонения от идеальной формы и возникают некоторые дополнительные (паразитные) резонансы. Изготовители могут на заказ изготавливать резонаторы для фильтров практически без таких дефектов, но это требует хорошего качества кристалла и изначального попадания в "точку" при производстве. Поэтому такие резонаторы в разы дороже простых генераторных. В рамках создания макетного фильтра проведены измерения десяти кварцевых резонаторов из одной партии 55845-24. Схема проверки совсем простая — резонатор напрямую (без кабелей) подключают к измерителю АЧХ (50 Ом) (см. рис. 2.4,б).

Резонатор с условным номером № 7 для фильтра оказался непригоден. Его частотные характеристики (ЧХ): АЧХ и ФЧХ показаны на ***рис. 2.6 на 3-й с. обложки***. У него два практически одинаково выраженных резонанса на частоте 55835 и 56005 кГц. Из всех приобретённых за последние два года 200 резонаторов он единственный забракованный. В схеме генератора он уверенно работает на частоте 55845 кГц, поэтому производственная задача была решена, но в фильтрах его лучше не применять.

Резонатор № 1 имеет типичное среднее качество (**рис. 2.7**) в партии. Как позже выяснилось, это вполне достаточно для реализации хороших фильтров, и 85 % резонаторов имеют качество не хуже.

Резонатор № 4 оказался наилучшим в партии; по моей статистике, примерно 5 % изделий имеют подобное качество (**рис. 2.8**). Для сравнения приведу пример резонатора хорошего качества (**рис. 2.9**) из ранее купленной партии, в которой все резонаторы были одинаковыми и резонансы группировались вблизи частот 56200 и 56070 кГц. У этих резонаторов на частоте $F_{пос}$ очень малое затухание, соответствующее сопротив-

лению около 3 Ом! Из них можно сделать восьмирезонаторный фильтр.

Группировка резонаторов

Если планируется реализовать фильтр с импедансом до 50 Ом, то он будет узкополосным, и сначала надо сгруппировать резонаторы по $F_{пос}$ и при возможности выбора отложить самые "крайние" в отдельную группу. При сравнении АЧХ резонаторов видно, что паразитные резонансы не обязательно совпадают по частоте. Если подбирать в фильтр резонаторы с отличающимися друг от друга паразитными резонансами, то в итоге можно получить их большое подавление.

Для процесса подборки надо составить таблицу, в которую заносят частоты резонансов для каждого резонатора до уровня, превышающего −18 дБ. В среднем это по 2...5 резонансов. Оказалось, что в одной партии эти резонансы в основном группируются на частотах, отличающихся на ±5 кГц друг от друга, но есть экземпляры, которые "поют отдельную песню ".

Получится хороший вариант, если сгруппировать резонаторы по три штуки, при этом у двух из них побочные резонансы могут совпадать, а у третьего — нет. Таким образом, из исследуемой партии из десяти резонаторов получилось три комплекта, на каждом из которых можно реализовать фильтр с неплохими параметрами (**рис. 2.10**) и подавлением паразитных резонансов не менее 40 дБ. Один резонатор остался в запасе.

Из двух таких тщательно составленных комплектов можно сделать фильтр на шести резонаторах с подавлением за полосой пропускания не менее 80 дБ. Реально достижимое подавление — 90...100 дБ. Не все профессиональные приёмники имеют такой фильтр (например, в РПУ EKD300 подавление фильтра MQF70.2-1600 за полосой пропускания −68 дБ).

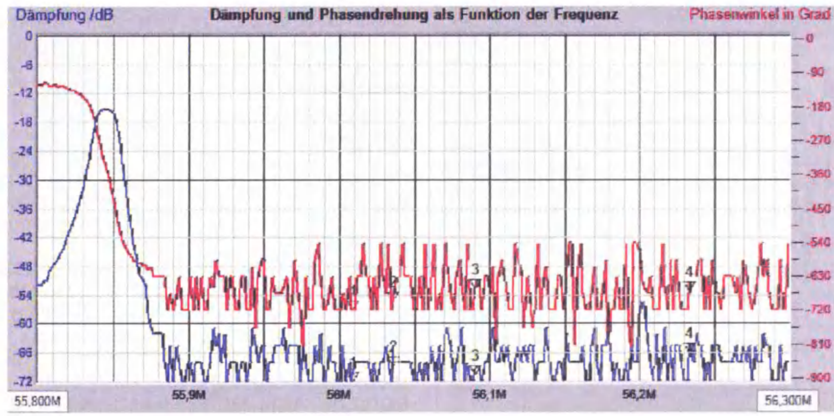


Рис. 2.10

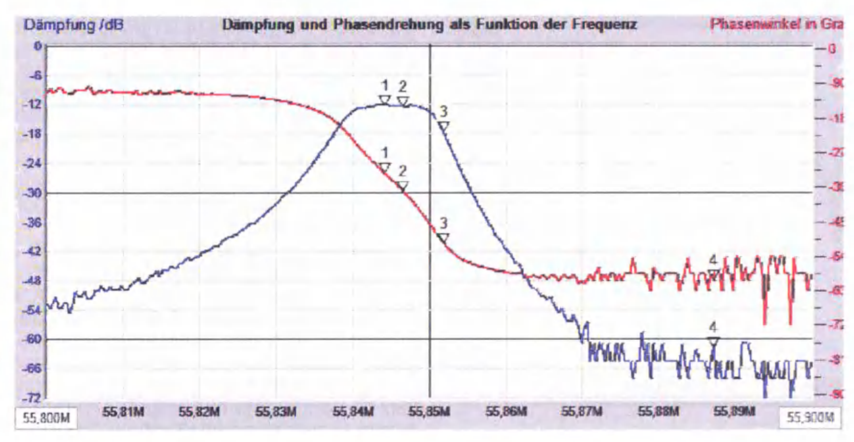


Рис. 2.11

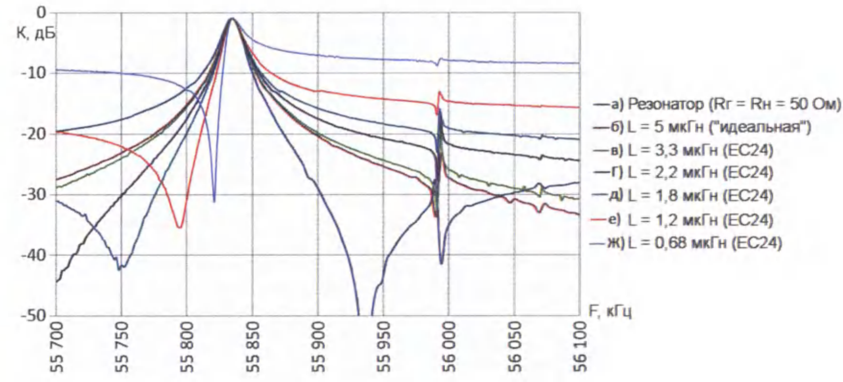


Рис. 2.12

Налаживание АЧХ фильтра

Если в начале много неопределённостей и мало опыта, рекомендуется начинать замеры АЧХ фильтров при импедансе 100 Ом. Это — "золотая середина", и ни один из параметров не уйдёт в крайнее положение. Суммарная ёмкость двух конденсаторов (среднее значение) по краям фильтра (см. рис. 2.1) — около 20 пФ, а в середине — 40 пФ. Элементы C6, C7, L2 пока не устанавливают. Можно обойтись даже без аттенюатора, если кабель короткий. Резисторы $R_{вх}$ и $R_{вых}$ (С2-10, МЛТ) — по 51 Ом. Сначала соединяют резисторы R1 и R2 напрямую (без фильтра), в результате получим базовое затухание −6 дБ, а фильтр к этому добавит уже своё.

Центральная частота и плоская вершина

На начальном этапе налаживания используют только резистивное согласование, поэтому при большом импедансе базовое затухание в полосе пропускания может достичь 20 дБ. Цель первого этапа — добиться требуемой центральной частоты и вершины нужной формы (плоской либо дугообразной). Только после этого позаботимся об измерении других параметров.

Подборкой резисторов R1 и R2 добиваемся импеданса, при котором получается запланированное положение центральной частоты $F_ф$. Следует отметить, что средние конденсаторы сильнее влияют на "растяжку" полосы пропускания в правую сторону, а крайние — выравнивают вершину. Поэтому все подстроечные конденсаторы надо подстраивать всегда в паре и небольшими "шагами" до лучшего промежуточного результата, потом покрутить другую пару и затем подкорректировать резисторы. При правильной настройке положение движков подстроечных конденсаторов в каждой паре должно быть одинаковым. Ёмкость крайних конденсаторов должна быть примерно в два раза меньше ёмкости средних.

При завершении работ фильтр был настроен на номинальную частоту 55845 кГц и с плоской вершиной (**рис. 2.11**), и получился импеданс 150 Ом, т. е. R1 = R2 = 100 Ом и базовое затухание (в обход фильтра) стало 9,5 дБ. Общее затухание — 12,2 дБ, собственное затухание фильтра — 2,7 дБ, что нормально для резонаторов среднего качества.

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Симметрирование АЧХ

Второй этап налаживания фильтра — устранить несимметричность скатов АЧХ фильтра. Теоретически для этого надо параллельно к каждому из резонаторов подключить катушку индуктивности, которая с учётом своей паразитной ёмкости и ёмкости электродов кварца образует резонансный контур на центральной частоте фильтра. В лестничном фильтре такое схемное решение привело бы к появлению паразитного ФНЧ с частотой среза в средней части КВ-диапазона, что нежелательно. На практике оказалось, что для трёхрезонаторного фильтра достаточно подключить катушку индуктивности параллельно всего лишь к одному из резонаторов. Но тогда индуктивность надо выбрать меньше требуемого значения и приблизить полюс затухания с низкочастотной стороны ската АЧХ. На **рис. 2.12** показаны АЧХ одного кварцевого резонатора с подключёнными параллельно различными катушками индуктивности (включён с соответствии с рис. 2.4,б).

Идеальная компенсация с полной симметрией получилась с катушкой индуктивности 3,3 мкГн (кривая в на рис. 2.12), но это для одного кварца. В фильтре на частоту 55845 кГц (см. рис. 2.1) оптимальный результат получился при L2 = 1,5 мкГн (дроссель серии EC24). Но так как она "перекомпенсирует" средний резонатор, пришлось для восстановления плоской вершины АЧХ установить конденсаторы C6 = C7 = 15 пФ, а также немного подкорректировать ёмкость конденсаторов C1 и C4. Импеданс фильтра и $F_ф$ практически не изменились. На частоте 35(70) МГц можно начать подборку катушки индуктивности L2 со значения 3,3 (0,68) мкГн. В итоге АЧХ получилась, как показано на **рис. 2.13**.

В данном примере "на скорую руку" АЧХ получилась не совсем идеальная, так как не применялся аттенюатор, катушка индуктивности не экранирована, конденсаторы выводные. На печатной плате с применением элементов для поверхностного монтажа всё будет практически идеально, и АЧХ будет почти симметричная и практически с плоской вершиной.

Согласование фильтра

Кварцевый фильтр должен работать в режиме согласования, чтобы не "испортить" АЧХ, а также обеспечить минимальное затухание и низкий уровень шума РПУ. Так как в результате налаживания импеданс фильтра получается как "случайное" значение, его придётся стыковать с уже существующими узлами, установленными до и после него.

Рис. 2.13

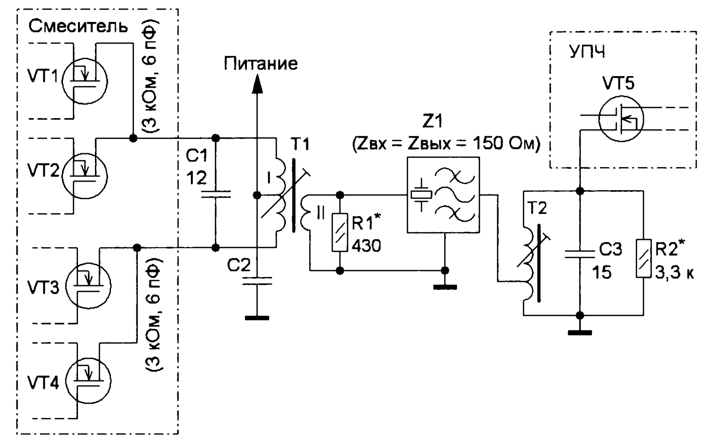


Рис. 2.14

В радиолюбительских, а также во многих профессиональных РПУ можно найти тракты с применением полевых транзисторов по старым добрым схемам из 80-х годов прошлого века. Также вероятно, что ваш проект модернизации касается РПУ не самого нового выпуска, поэтому уделим этому типичному варианту из "классики" особое внимание.

На частоте 30...70 МГц входное сопротивление полевого транзистора — 3...30 кОм, что на порядок больше импеданса лестничного фильтра, и прямое подключение привело бы к высокому коэффициенту шума ($K_ш$). Самый удобный вариант реализации — резонансный трансформатор, типовая схема с таким согласованием показана на **рис. 2.14**.

Выходное сопротивление современных маломощных полевых транзисторов на частотах до 100 МГц находится в интервале 3...10 кОм, выходная ёмкость — около 3 пФ. В этом диапазоне частот не трудно реализовать колебательный контур собственной добротностью 50, и с этими предположениями будем проводить расчёт.

Смеситель вносит в контур на трансформаторе T1 суммарное сопротивление около 6 кОм и ёмкостью 3 пФ. Индуктивность первичной обмотки (контурной) трансформатора — 0,53 мкГн, и для резонанса на частоте 55,9 МГц потребуется ёмкость контурного конденсатора 15 пФ. Соответственно C1 = 15 − 3 = 12 пФ. С предполагаемой добротностью 50 резонансное сопротивление контура — около 9,5 кОм, которое с учётом выходного сопротивления полевых транзисторов (6 кОм в сумме) уменьшится до 3,6 кОм. При коэффициенте передачи трансформатора T1 8:2 на выходе к кварцевому фильтру получается импеданс около 230 Ом. С помощью резистора R1 = 430 Ом получим 150 Ом для получения требуемой формы АЧХ. Конечно, лучше было бы "работать" с фильтром с импедансом 230 Ом или изменить соотношение витков трансформатора и так "выйти" на 150 Ом. При создании резонансных трансформаторов на частотах 30...70 МГц существует проблема, суть которой в том, что малое число витков резко ограничивает число вариантов коэффициента передачи, и "подгонка" с помощью резистора становится необходимостью. Для получения высокого КПД трансформатора не рекомендуется применять обмотку менее чем два полных витка.

На выходе кварцевого фильтра контур на основе автотрансформатора T2 преобразует импеданс также в 16 раз, и для получения требуемого фильтру импеданса (150 Ом) входное сопротивление первого каскада УПЧ на полевом транзисторе должно быть 2,4 кОм. Поскольку резонансное сопротивление контура 9,5 кОм, резистор R2 (3,3 кОм) уменьшает его до 2,4 кОм. В этом резисторе "сжигается" значительная доля энергии сигнала, от чего ухудшается $K_ш$ приёмника и требуется лишнее усиление до фильтра.

Одно из самых распространённых значений входных и выходных сопротивлений узлов — 50 Ом, поэтому рассмотрим способ согласования нашего фильтра с такими узлами. Трансформацию на 50 Ом очень удобно осуществить Г-образными LC-цепями в соответствии с **рис. 2.15**. Удобны они тем, что нагруженная добротность LC-контура получается небольшой, обычно не более пяти, поэтому можно обойтись элементами с разбросом параметров 5 % и без дополнительной подстройки.

В публикациях часто даются неоднозначные разъяснения, перемешиваются понятия. Надо знать, что главное для кварцевого фильтра — АЧХ правильной формы для оптимальной обработки спектра сигнала и ожидаемых помех, а всё остальное уже имеет вторичное значение. Для этого фильтр должен быть нагружен на определённые сопротивления подключённых к нему узлов. Моему фильтру требуется 150 Ом без реактивной составляющей. Но это вовсе не означает, что сам фильтр имеет такой импеданс!

У идеального фильтра эквивалентные сопротивления имеют значения R1 = R3 = ∞ и R2 = 0, т. е. фильтр в полосе пропускания вёл бы себя как проволочная перемычка. За полосой пропускания R2 = ∞, а R1 и R3 могут принимать любые значения, в идеале $R1 = R_г$ и R2 = 0. С идеальным фильтром (без затухания в полосе пропускания) импедансы источника сигнала и нагрузки должны быть равны, поскольку они соединены напрямую, в этом случае передаётся максимум энергии сигнала, а $К_ш$ всего тракта минимальный.

На практике из элементов R1, R2 и R3 (потери в компонентах) образуется аттенюатор, который и задаёт реальное проходное затухание фильтра. Его можно определить, измеряя амплитуду сигнала на входе и выходе фильтра.

Чтобы правильно оценить усиление РПУ, надо узел до фильтра всегда рассматривать с резистивной нагрузкой, которая обеспечивает условие для формирования правильной АЧХ. Такой же резистор должен быть и на входе последующего за фильтром узла, это может быть резистор или входной импеданс усилительного элемента. При прямом соединении этих узлов (без фильтра) энергия сигнала разделилась бы поровну между этими резисторами, это потери по мощности 6 дБ.

Условия согласования: Rг < Rвх, Rн < Rвых

$$X_{L1} = \sqrt{R_{вх} \cdot R_г - R_г^2}, \quad X_{L2} = \sqrt{R_{вх} \cdot R_н - R_н^2}; \quad X_{C1} = \frac{R_{вх} \cdot R_г}{X_{L1}}; \quad X_{C2} = \frac{R_{вых} \cdot R_г}{X_{L2}};$$

$$C = \frac{1}{2\pi F_ф X_c}, \quad L = \frac{X_L}{2\pi F_ф}$$

Рис. 2.15

В некоторых случаях такого подключения можно убрать резистор на входе последующего каскада и выиграть 6 дБ. Но как только мы установим полосовой фильтр, надо поставить этот резистор, в котором "сжигается" часть сигнальной энергии. Поэтому в трактах с фильтрами имеется некоторое "скрытое" затухание, обусловленное этими резисторами, которое часто забывают учитывать при расчёте шумовых свойств РПУ. Затухание сигнала между входом и выходом — это одна часть правды, к которой надо ещё добавить влияние элементов принудительного согласования в составе всего устройства. Классическая ошибка — это считать, что смеситель нагружен только на коллекторный (истоковый) резистор. На самом деле к этому резистору ещё добавляется фильтр в полосе пропускания, и итоговая нагрузка коллектора (истока) имеет более низкое значение, поэтому усиление меньше.

Но это ещё не всё, к чисто активной части (R1, R2 и R3) добавляются зависящие от частоты реактивные составляющие, которые за пределами полосы пропускания могут принимать достаточно экстремальные значения. В узле до фильтра это может привести к резкому изменению режима работы и появлению больших искажений, в том числе и интермодуляционных. За счёт этого в полосе пропускания фильтра могут появиться ложные сигналы. Усилители на полевых транзисторах с общим истоком или затвором меньше всего подвергаются таким искажениям, если у них по питанию есть двойной запас на размах сигнала.

После настройки требуемой формы АЧХ с резистивным согласованием уже нет смысла искать настройку с ещё меньшими потерями и той же формой АЧХ. Необходимое для меньшего затухания изменение импеданса источника и нагрузки нарушило бы форму АЧХ. Например, в ущерб форме АЧХ можно улучшить передачу части спектра сигнала. Такое происходит при налаживании фильтра "на слух", и ничего хорошего в этом нет, кроме простоты процедуры. Звук приёмника однозначно страдает, так как спектр полезного сигнала, как правило, искажён.

Суть применения согласования с помощью Г-образного LC-звена заключается в трансформации сопротивлений источника сигнала или нагрузки в требуемые для фильтра значения. Обратите внимание, что элементы согласования подключают дополнительно к фильтру. Ранее подобранные конденсаторы уже не трогают, они работают в составе фильтра. На практике, конечно, можно в очень небольших пределах с помощью этих конденсаторов корректировать форму АЧХ. Это может понадобиться при использовании в цепи согласования элементов с допуском 2...5 %.

LC-узел согласования добавит ещё 0,2...1 дБ затухания, особенно при большом перепаде импедансов. Использование качественных катушек индуктивности с добротностью не менее 100 в данном случае не роскошь, а необходимость.

На сайте журнала выложен простой excel-калькулятор для расчёта элементов Г-образной цепи согласования. Моему фильтру для согласования на 50 Ом потребовались L1 = L2 = 0,2 мкГн и C1 = C2 = 27 пФ. Я установил катушку индуктивностью 0,22 мкГн и конденсатор ёмкостью 27 пФ. В результате получилось общее затухание — 3,2 дБ, в том числе затухание самого фильтра — 2,7 дБ.

В третьей части рассмотрим конкретные примеры реализации фильтров для их установки в разные РПУ и дадим информацию для развития собственных проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лохни Х.** Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. Часть 4. — Радио, 2014, № 12, с. 11—16.

2. **Лохни Х.** Двухканальный узкополосный ГУН для настройки АЧХ кварцевых фильтров. — Радио, 2016, № 4, с. 21—24; № 5, с. 19—24.

***От редакции**. Упомянутая программа и дополнительная информация имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/08/Filtr.zip** на нашем FTP-сервере.*

(Продолжение следует)

Выносной щуп — делитель частоты до 500 МГц для частотомера FC250

А. ПАНЬШИН, г. Москва

До изготовления выносного щупа для частотомера FC250, позволяющего ему измерять частоту до 500 МГц, автор собрал несколько делителей частоты на микросхеме К193ИЕ2, описанных в Интернете. В них измеряемый сигнал подавался непосредственно на вход счётчика или на вход предварительного усилителя на транзисторе. У всех образцов была выявлена сильная зависимость частоты на выходе от амплитуды входного сигнала и низкая помехоустойчивость.

Согласно техническому описанию делителя частоты К193ИЕ2 [1], его нормальная работа возможна лишь при подаче на вход импульсов с достаточными амплитудой и крутизной перепадов. Поэтому на входе щупа, получившего название ВЩ-500, был установлен компаратор ADCMP606 [2] и введена регулировка чувствительности. Этот щуп делит частоту входного сигнала на 10. Совместно с частотомером FC250 он позволяет измерять частоту от 2 до 500 МГц с дискретностью 100 Гц. Его чувствительность во всём интервале измеряемых частот не ниже 0,65 В. От источника напряжения питания 5 В щуп потребляет ток 80...85 мА. Входное дифференциальное сопротивление — около 70 кОм.

Схема щупа изображена на **рис. 1**. В нём применены микросхемы DA1 — ADCMP606BKSZ-R2 (компаратор стандарта CML с максимальной рабочей частотой 750 МГц) и DD1 — К193ИЕ2 (делитель частоты на 10 до 500 МГц). Согласно стандарту, CML на входы компаратора подают смещение, близкое к напряжению питания +3,3 В. Но микросхема ADCMP606 относится к категории Rail-to-Rail и поэтому может работать при напряжении на входах от 0 до плюса напряжения питания. В щупе ВЩ-500 на входы DA1 подано смещение, равное половине напряжения питания. С входных контактов щупа через цепочки R1C1 и R2C2 измеряемый сигнал поступает на входы (выводы 3 и 4) компаратора DA1. Цепь из резисторов R3—R7 позволяет переменным резистором R3 регулировать чувствительность щупа, изменяя постоянное напряжение между входами DA1 от 0 до 0,5 В. Противофазные выходы DA1 соединены с плюсом питания через резисторы R8 и R9. Благодаря их малому сопротивлению (56 Ом) сравнительно большое входное сопротивление делителя частоты DD1, подключённого к одному из выходов компаратора, не нарушает симметрии последнего.

На вход микросхемы делителя частоты DD1 поступают прямоугольные импульсы амплитудой 0,4 В с длительностью перепадов 160 пс. Резистор R10, понижая постоянное напряжение на входе делителя, предотвращает его самовозбуждение в отсутствие сигнала.

При подключении к частотомеру FC250, согласно описанию в [3] напряжение питания щупа +5 В поступает с имеющегося в частотомере стабилизатора напряжения. С выходов делителя DD1 противофазный сигнал частотой до 50 МГц поступает на входы предварительного усилителя-формирователя частотомера FC250 [4]. Разъём XP1 размещён на отдельной плате, соединённой с основной жгутом из четырёх проводов длиной 600...800 мм. На этой же плате расположен резистор R12.

В отличие от описанного в [5] выносного щупа, работоспособного до частоты 300 МГц, ВЩ-500 работает на частоте до 500 МГц. Оба щупа без использования внешнего делителя напряжения могут регистрировать колебания синусоидальной и прямоугольной формы с амплитудой до 5 В. Регулировка чувствительности переменным резистором R3 позволяет подавить помеху, если её амплитуда меньше амплитуды полезного сигнала.

На частотах 100...200 МГц ВЩ-500 может реагировать на

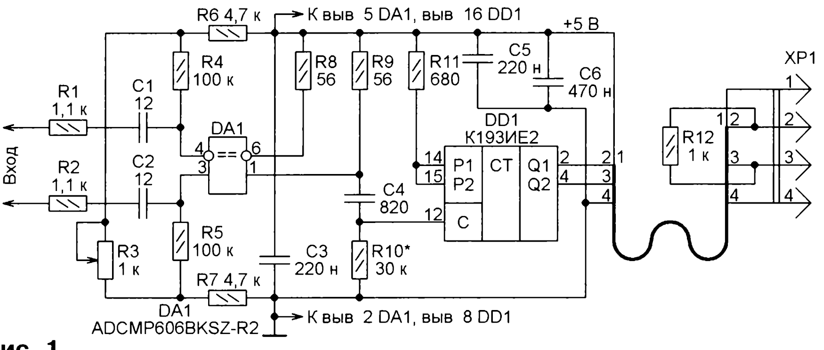


Рис. 1

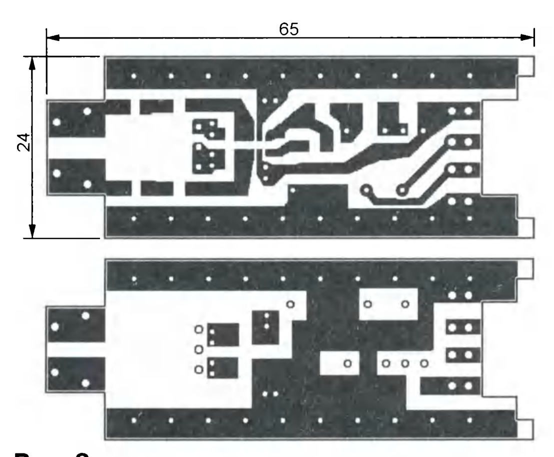


Рис. 2

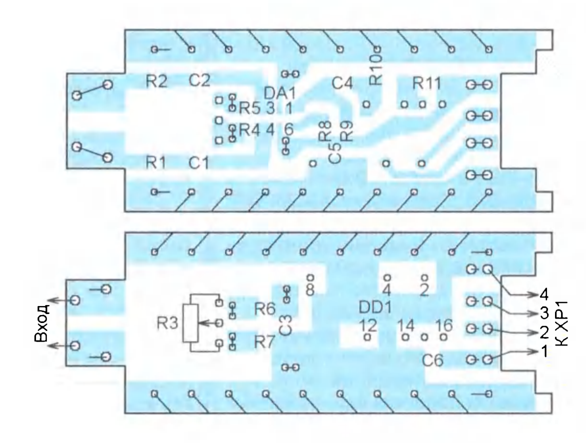


Рис.3

Рис. 4


тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

гармоники сигналов неправильной формы амплитудой более 0,5 В, что приводит к удвоению частоты на выходе. Если регулировкой чувствительности не удаётся отстроиться от гармоник, можно понизить входное сопротивление ВЩ, припаяв на время параллельно его входным контактам резистор сопротивлением от 100 Ом до 1 кОм.

Чертёж печатной платы щупа показан на **рис. 2**, а расположение деталей на ней — на **рис. 3**. Технология изготовления платы подробно описана в [5]. Все установленные на плате постоянные резисторы и конденсаторы — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Переменный резистор R3 — R-0904n-A1K (РП1-74). Перед установкой на плату отогните его боковые крепёжные лепестки под прямым углом в разные стороны. Концы лепестков обрежьте по месту и припаяйте к фольге общего провода. Незадействованные выводы микросхемы К193ИЕ2 удалите.

Разъём XP1 (WF-4R) установлен на небольшой плате, аналогичной изображённой на рис. 13 в [3]. Резистор R12 там обозначен как R1. Внешний вид собранного щупа ВЩ-500 показан на **рис. 4**.

Собрав плату щупа ВЩ-500 без компаратора DA1 и резисторов R3 и R10, припаяйте к соответствующим контактным площадкам платы жгут проводов с разъёмом XP1 и подключите его к частотомеру, доработанному согласно [3]. Обычно делитель частоты DD1 самовозбуждается. Устраните самовозбуждение подборкой резистора R10, после чего установите на плату компаратор и недостающие резисторы. Если самовозбуждение компаратора DA1 не удаётся остановить переменным резистором R3, вероятная причина этого — обрыв или плохая пайка одного из выходов DA1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нефёдов А. В.** Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Справочник, т. 3 — М.: ИП РадиоСофт, 2000.

2 Rail-to-Rail, Very Fast, 2.5 V to 5.5 V, Single-Supply CML Comparators ADCMP606/ADCMP607. — URL: **http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADCMP606_607.pdf** (19.04.16).

3. **Паньшин А.** Доработка частотомера FC250. — Радио, 2016, № 3, с. 23, 24.

4. **Паньшин А.** Предварительный усилитель-формирователь для частотомера FC250. — Радио, 2015, № 2, с. 18.

5. **Паньшин А.** Выносной щуп — делитель частоты на 10 для частотомера FC250. — Радио, 2015, № 4, с. 26, 27.

Источник питания для мультиметра M890G

Е. ГЕРАСИМОВ, ст. Выселки Краснодарского края

Слабым местом некоторых портативных цифровых мультиметров является, как известно, девятивольтная батарея питания типоразмера 6F22, которой при частом пользовании прибором хватает ненадолго. Это вынуждает радиолюбителей искать альтернативные источники питания прибора. На сегодняшний день разработаны и описаны в литературе много конструкций, представляющих собой повышающие преобразователи напряжения с питанием от Li-Ion аккумуляторов [1—3]. Описанные в этих статьях устройства представляют интерес для повторения, хотя и не лишены недостатков. Так, у преобразователя [1] довольно низкий КПД, что обусловлено наличием параметрического стабилизатора. Преобразователь, представленный в [2], также (и по той же причине) не отличается высоким КПД и, кроме того, не имеет таймера.

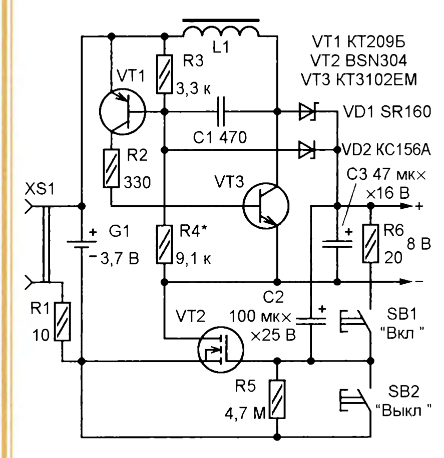


Рис. 1

Предлагаемый вариант преобразователя (его схема показана на **рис. 1**) также питается от литий-ионного аккумулятора и свободен от названных недостатков. Выполнен он по схеме повышающего импульсного стабилизатора. В основе устройства — мультивибратор на транзисторах разной структуры, аналогичный применённому в [2], но со стабилизацией выходного напряжения. Это позволяет повысить нагрузочную способность преобразователя и его КПД, а также придаёт ему ещё одно полезное свойство — возможность контроля степени разрядки аккумулятора. Мультивибратор собран на транзисторах VT1, VT3. При закрывании последнего на его коллекторе появляются импульсы, они выпрямляются диодом VD1, конденсатор C3 сглаживает выпрямленное напряжение.

Стабилизация выходного напряжения преобразователя осуществляется следующим образом. Как только оно превысит некоторое значение, открывается стабилитрон VD2, на базу транзистора VT1 подаётся положительное напряжение и он начинает закрываться. Это ведёт к снижению частоты преобразователя, а в итоге и выходного напряжения. Если же выходное напряжение становится ниже некоторого значения, транзистор, наоборот, открывается и оно увеличивается. При этом КПД преобразователя выше, чем с последующим линейным стабилизатором.

Следует отметить, что стабилитрон VD2 работает в режиме малых токов, поэтому его напряжение стабилизации может быть меньше, чем указано в технических характеристиках. Изменить выходное напряжение преобразователя можно подборкой стабилитрона, а также резистора R4. Нетрудно заметить, что выходное напряжение преобразователя стабилизируется относительно плюсового вывода аккумулятора, поэтому зависит от степени зарядки последнего. В моём случае при напряжении аккумулятора 4,2 В оно равно 9 В, а при напряжении 3,1 В — около 7 В, при котором у большинства мультиметров высвечивается символ разрядки батареи. Это позволяет своевременно заряжать аккумулятор.

На тот случай, если прибор забудут выключить, преобразователь оснащён таймером на транзисторе VT2. Управляется он кнопками SB1 ("Вкл." — "Включить") и SB2 ("Выкл." — "Выключить"). Несмотря на простоту, таймер имеет довольно крутые фронты переключения. Работает он следующим образом. В исходном состоянии конденсатор C2 заряжен почти до напряжения аккумулятора, а напряжение на затворе транзистора VT2 равно нулю, и он закрыт. При замыкании контактов кнопки SB1 конденсатор быстро разряжается через резистор R6 и на затвор VT2 подаётся открывающее напряжение с выхода преобразователя. Преобразователь запускается, и его выходное напряжение увеличивается, ещё сильнее открывая транзистор VT2. После отпускания кнопки конденсатор C2 начинает заряжаться через резистор R5. По мере зарядки конденсатора напряжение на резисторе R5, а следовательно, и на затворе транзистора VT2 понижается. В какой-то момент оно снижается настолько, что транзистор начинает закрываться. При этом напряжение на выходе преобразователя уменьшается, что, в свою очередь, вызывает ещё большее закрывание транзистора. Через времязадающий конденсатор замыкается цепь ПОС, ускоряющая переключение транзистора. При указанном на схеме транзисторе и номиналах резистора R5 и конденсатора C2 время выдержки таймера — около 12 мин при выходном напряжении преобразователя 7 В (на аккумуляторе соответственно 3,1 В). При выходном напряжении 9 В это время — около 15 мин. С другими

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-83-05

транзисторами время работы прибора может отличаться.

Таймер имеет одну особенность: при резком снижении выходного напряжения преобразователя, вызванном перегрузкой или коротким замыканием, таймер может выключиться. Однако возможно это только в одном случае, а именно — при измерении коэффициента передачи тока транзисторов, если в тестовую панель вставлен транзистор с пробитым участком коллектор—эмиттер или не той структуры. Следует отметить, что этот недостаток проявляется только тогда, когда время выдержки таймера уже подходит к концу.

Все детали преобразователя, кроме кнопок и резисторов R1 и R6, установлены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита (**рис. 2**). Для снижения уровня помех она заключена в экран, изготовленный из лужёной жести толщиной 0,5 мм (можно использовать корпус негодной батареи 6F22). Экран соединён с минусовым выводом аккумулятора. Кнопки SB1 и SB2 смонтированы на отдельной печатной плате (**рис. 3**), которую размещают в удобном месте прибора.

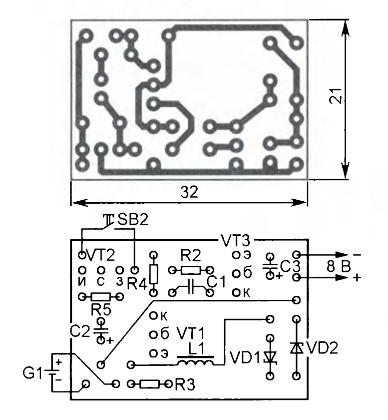


Рис. 2

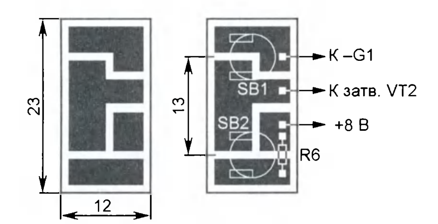


Рис. 3

Немного о деталях. В преобразователе применены резисторы МЛТ, все конденсаторы — импортные. Полевой транзистор можно заменить и другим, например КП501А, но лучше использовать мощный переключательный (например, IRLML004 или NTD3055), правда, для этого придётся изменить конфигурацию соответствующих проводников печатной платы. Чем меньше пороговое напряжение на затворе и сопротивление сток—исток в открытом состоянии, тем лучше. Биполярный транзистор КТ209Б (VT1) заменим любым из серии КТ3107, а КТ3102ЕМ (VT3) — транзистором 2SC945.

Вместо стабилитрона КС156А (VD2) можно применить импортный, например BZV55C5V6, или стабилитрон с иным напряжением стабилизации, например, 5,1 или 6,2 В, но в этом случае придётся подобрать и резистор R4. Диод Шотки SR160 (VD1) заменим на BAT48.

Дроссель L1 содержит 150 витков провода ПЭВ-2 0,18, намотанного на кольцевой магнитопровод типоразмера К10×6×3 от ЭПРА неисправной КЛЛ, после намотки пропитан лаком ХВ-784. В некоторых КЛЛ на входе сетевого выпрямителя установлены подходящие дроссели — можно попробовать применить один из них.

Налаживать преобразователь рекомендую при питании от лабораторного источника с ограничением тока на уровне 100...150 мА, поскольку подобные генераторы склонны к "засыпанию", особенно при запуске под нагрузкой. При исправных деталях и безошибочном монтаже налаживание устройства сводится к подбору, если требуется, резистора R4 для установки выходного напряжения 7 В при максимальном токе нагрузки и напряжении питания, равном 3,1...3,2 В. Лучше всего во время налаживания вместо резисторов R3 и R4 включить подстроечный сопротивлением 10...15 кОм. Следует найти такое положение его движка, при котором напряжение преобразователя не сильно падает при любом режиме работы прибора, а сам он устойчиво запускается при полной нагрузке и любом напряжении (от 3 до 4,2 В) аккумулятора. Затем, измерив сопротивление между движком и выводами резистивного элемента подстроечного резистора, следует установить на плате постоянные резисторы ближайших номиналов. Можно попробовать увеличить КПД преобразователя, подбирая дроссель L1 и частоту генератора. Реально достижимый КПД может быть более 70 %.

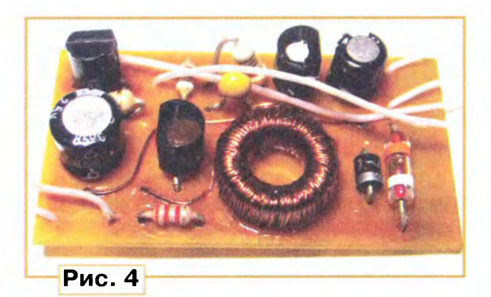


Рис. 4

Налаживая преобразователь, следует иметь в виду, что при случайном обрыве или отсоединении цепи стабилитрона VD2 напряжение на выходе преобразователя может повыситься более чем до 25 В, что приведёт к выходу из строя транзистора VT2 и мультиметра! Чтобы этого не произошло, следует параллельно выходу преобразователя включить стабилитрон с напряжением стабилизации 12...14 В (на схеме не показан). После налаживания плата покрыта двумя слоями лака ХВ-784. Помимо защиты устройства от влаги, этот лак ещё и приклеивает к ней оксидные конденсаторы и дроссель. Следует помнить, что этот лак электропроводен, поэтому включать покрытый им преобразователь можно только после его высыхания (при комнатной температуре это займёт один час). Внешний вид готовой платы показан на **рис. 4**.

Немного об установке преобразователя в мультиметр M890G. Дело в том, что в этом приборе, в отличие от M830B и ему подобных, уже есть встроенный таймер. Однако для нормального функционирования предлагаемого преобразователя он не нужен, поэтому все его детали, а также выключатель питания необходимо удалить. Сделать это нетрудно, поскольку все они смонтированы довольно плотно вокруг выключателя. Какие именно элементы нужно удалить, можно увидеть, если сравнить показанный на **рис. 5** фрагмент доработанной печатной платы мультиметра и соответствующую часть платы имеющегося прибора. Следует отметить, что в других модификациях этого мультиметра таймер может быть собран по другой схеме, как, например, в [3], где, по-видимому, применён другой компаратор (не совпадает нумерация выводов), а также использованы микросхемы в корпусах для поверхностного монтажа.

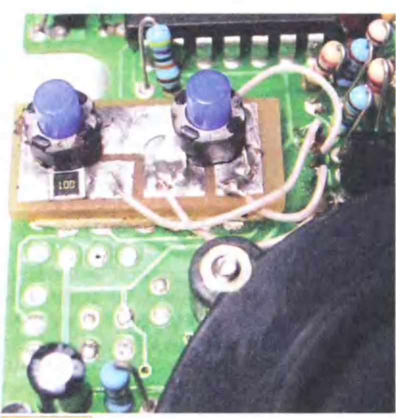


Рис. 5

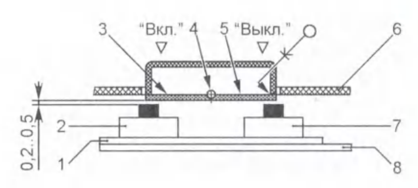


Рис. 6

Далее следует заняться кнопками управления питанием. Чтобы не сверлить отверстия в корпусе мультиметра, можно использовать имеющееся в нём овальное отверстие и пластмассовую кнопку штатного выключателя питания 5 (**рис. 6**). Сначала следует доработать саму кнопку: поскольку она внутри полая, необходимо из листового полистирола толщиной примерно 1 мм вырезать крышку 3 и круглым надфилем сделать в её средней части выемку на глубину примерно 0,5...0,6 мм. Затем с помощью паяльника вплавить в кнопку стальную ось 4 (диаметром 1...1,5 и длиной около 10 мм), после чего приклеить крышку 3. В качестве клея лучше

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 8, 2016

всего использовать дихлорэтан. После того как клеевой шов затвердеет (это произойдёт примерно через сутки), ось 4 следует аккуратно вытянуть и немного рассверлить отверстие с таким расчётом, чтобы вновь вставленная на место ось вращалась свободно, но без люфта. Доработанную кнопку 5 с осью 4 устанавливают в корпус мультиметра, слегка вплавив её концы в его верхнюю стенку 6. Дополнительно их фиксируют узкими полосками того же листового полистирола, приклеенными дихлорэтаном к верхней стенке с внутренней стороны.

Дождавшись полного затвердевания клеевых швов и убедившись в том, что кнопка 5 свободно поворачивается в овальном отверстии верхней стенки корпуса мультиметра, устанавливают на место печатную плату 1 с кнопочными выключателями 2 (SB1) и 7 (SB2). Этот узел приклеивают к плате мультиметра 8 с таким расчётом, чтобы при нажатии на одну из сторон кнопка 5 нажимала на шток кнопочного выключателя SB1, а при нажатии на другую — на шток выключателя SB2 (разумеется, при установленной в корпус плате). В качестве клея можно использовать тот же лак ХВ-784. Возможно, для уменьшения хода кнопки 5, необходимого для срабатывания выключателей SB1 и SB2, под плату 1 придётся положить прокладку. Излишне длинные штоки выключателей укорачивают оплавлением паяльником. Выключатель такой конструкции можно смонтировать и в мультиметре М-830.

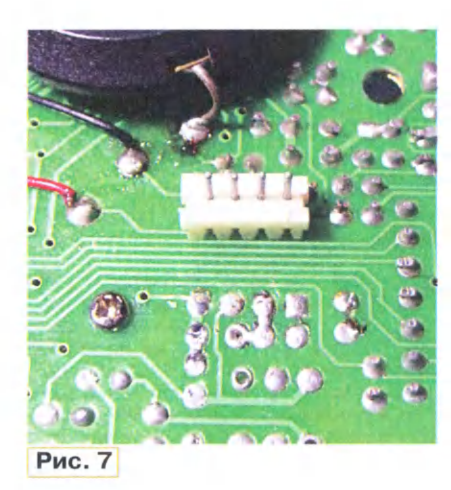


Рис. 7

Поскольку выводы 5—7 компаратора таймера не использовались и под них на плате мультиметра есть только контактные площадки, на их месте расположена штыревая часть разъёма для подключения преобразователя. На место вывода 8 компаратора припаян выход "+8 В" преобразователя, а на место вывода 7 — его выход "-8 В". Вход включения преобразователя — затвор транзистора VT2 — припаян на место вывода 5, а "-G1" — вывода 6 компаратора. С соответствующими цепями на платах выводы разъёма соединены проводами во фторопластовой изоляции (**рис. 7**).

Далее в корпусе мультиметра закрепляют аккумулятор, разъём для подключения зарядного устройства и преобразователь в экране.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Чернов С.** Питание цифрового мультиметра от литий-ионного аккумулятора. — Радио, 2015, №1, с. 52, 53.
2. **Степанов А.** Li-ion аккумулятор в мультиметре. — Радио, 2016, № 2, с.54.
3. Переделка мультиметра M890G под питание от аккумулятора. — URL: **http://9zip.ru/mobile/multimeter_accumulator.htm** (12.04.2016).

ОБМЕН ОПЫТОМ

"Корпус" DIP для микросхемы SMD

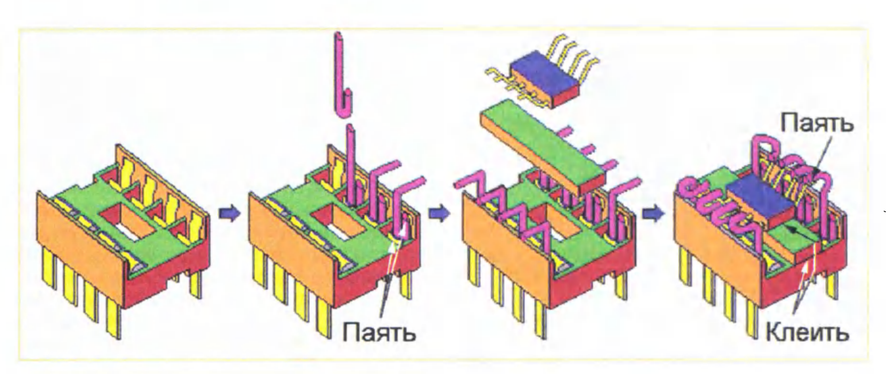
В. КОЗУБОВ, г. Воронеж

При ремонте или проектировании новых электронных устройств нередко возникает необходимость применения микросхем в миниатюрных корпусах для поверхностного монтажа (далее для краткости — SMD-корпусах). Однако из-за малых размеров таких микросхем обращаться с ними затруднительно, было бы гораздо удобнее, если бы они были в корпусах DIP. Проблема разрешима следующим образом.

Рассмотрим для примера корпусирование (есть такой этап в производстве интегральных микросхем, в процессе которого полупроводниковый кристалл "обзаводится" корпусом) выпускаемой в SMD-корпусе SOIC-8 сборки из двух полевых транзисторов с каналами разного типа IRF7389. У неё восемь выводов, поэтому выбираем розетку (панель) DIP с таким же числом гнёзд. Для устойчивости в процессе работы с ней помещаем её в розетку DIP с нулевым усилием. Последовательность операций, о которых рассказывается далее, иллюстрируется приводимым **рисунком**.

Для монтажа микросхемы в розетке DIP понадобится медный лужёный провод диаметром 0,25...0,35 мм. Главное требование к нему — достаточная жёсткость при использовании его отрезков в качестве штырей при втыкании в гнёзда розетки DIP. Можно использовать монтажный провод, жила которого состоит из скрученных лужёных проволок такого диаметра (МГШВ, МГШВ-1, МЛТП, МСТП, МПО и т. п. сечением по меди 1 мм^2 и более). Освободив жилу такого провода от изоляции на длине 25...30 мм, отрезаем её и расплетаем на составные части.

Для увеличения жёсткости концы отрезков длиной 5...6 мм сгибаем на 180° и, сжав получившийся крючок пинцетом, вставляем в гнездо розетки. Затем тонким жалом паяльника припаиваем оставшуюся часть проволоки к гнезду, в которое он вставлен, и чтобы не мешал манипуляциям с отрезками, вставляемыми в другие гнёзда, отгибаем на 90° и обрезаем на расстоянии примерно 10 мм от розетки. Описанную последовательность действий повторяем с остальными семью отрезками. Для облегчения монтажа можно использовать налобные очки.



Далее из стеклотекстолита или иного листового изоляционного материала толщиной 0,5...1 мм вырезаем полоску шириной, примерно равной ширине SMD-микросхемы, обрезаем её ровно по длине розетки и приклеиваем посередине между её гнёздами клеем "Момент". Им же в центре полоски выводами вверх (т. е. в перевёрнутом положении) закрепляем SMD-микросхему, предварительно повернув её так, чтобы выводы 1—4 оказались с той же стороны, что и в розетке.

Остаётся припаянные к гнёздам розетки проводники, соответствующим образом изогнув, поочерёдно припаять тонким жалом паяльника к ближайшим выводам SMD-микросхемы, отрезать лишние концы проволок — микросхема в DIP-исполнении готова.

Цоколёвка микросхемы в таком исполнении получится иной, чем в SMD-корпусе (вывод 1 станет 4-м, 2 — 3-м, 3 — 2-м, 4 — 1-м и т. д.), что придётся учитывать при использовании её в изделии. Чтобы цоколёвка не изменилась, полоску надо изготовить из более толстого изоляционного материала и микросхему на ней закрепить выводами вниз.

РАДИО® ИЗМЕРЕНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-83-05
РАДИО № 8, 2016

УМЗЧ для компьютерного монитора

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Для проверки работоспособности и тестирования проблемных персональных компьютеров использовался устаревший компьютерный ЖК-монитор Acer AL1716, выпущенный в 2006 г. Встроенного УМЗЧ с динамическими головками в нём не было, поэтому к проверяемому компьютеру приходилось подключать какой-либо усилитель ЗЧ. Чтобы сэкономить место на рабочем столе, было решено встроить в монитор несложный двухканальный УМЗЧ.

Для разборки монитора нужно вывинтить четыре винта М4, которыми прикреплена настольная подставка, затем разъединить переднюю и заднюю крышки, которые фиксируются защёлками, после чего, выкрутив четыре винта с боков, отсоединить металлическое шасси–экран от металлического корпуса ЖК-матрицы (не повредите гнездо для подключения широкого сигнального шлейфа, которым ЖК-матрица подключается к блоку управления!). При осмотре импульсного блока питания выяснилось, что на его выходе имеются два напряжения постоянного тока: +5 В и +12 В. Первое используется для питания управляющих и сигнальных цепей, второе поступает на повышающие преобразователи напряжения для питания ламп подсветки ЖК-матрицы. Для питания УМЗЧ было решено использовать напряжение +12 В, под него и был изготовлен модуль предлагаемого двухканального УМЗЧ.

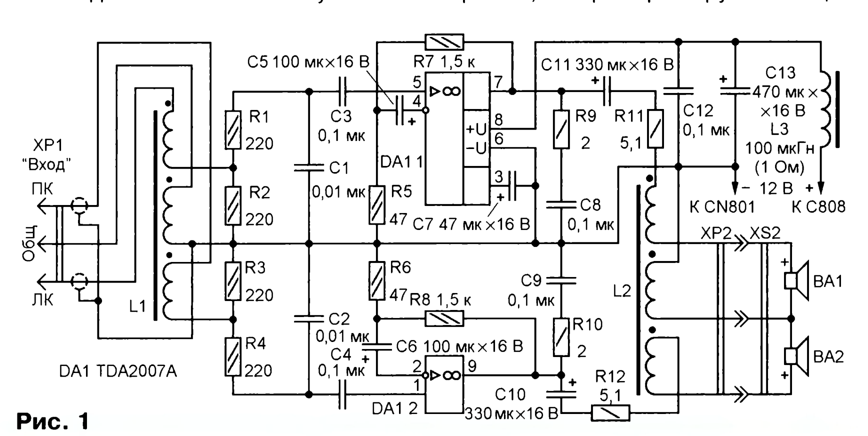


Рис. 1

Схема встраиваемого УМЗЧ показана на **рис. 1**. Его вход — вилку XP1 подключают к источнику стереосигнала — выходу звуковой карты компьютера или иному звуковоспроизводящему оборудованию. Входное сопротивление усилителя выбрано относительно низким, около 220 Ом, задаётся резисторами R2, R3. Это необходимо для того, чтобы снизить чувствительность УМЗЧ к помехам и фоновым наводкам, особенно в случае, когда вход УМЗЧ остаётся неподключённым.

Интегральная микросхема TDA2007A (DA1) производства фирмы STMicroelectronics представляет собой двухканальный усилитель мощности ЗЧ с однополярным питанием [1]. Максимальная выходная мощность — 2×6 Вт, коэффициент гармоник — около 0,1 % при выходной мощности 3 Вт, рабочий интервал напряжения питания — 8...26 В. На входы микросхемы стереосигнал поступает через RC-фильтры R1C1 и R4C2. Коэффициент усиления каналов микросхемы по напряжению зависит от отношения сопротивления резисторов R7/R5 и R8/R6 (чем меньше сопротивление резисторов R5, R6, тем выше чувствительность УМЗЧ). Демпфирующие цепи R9C8 и R10C9 предотвращают самовозбуждение микросхемы на ультразвуковых частотах.

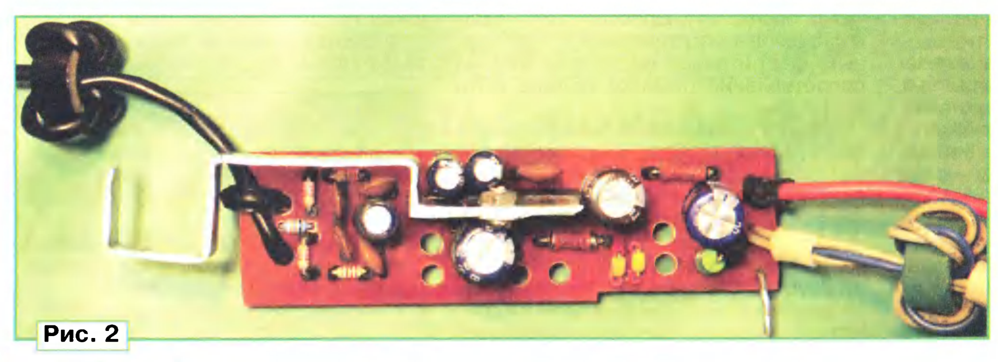
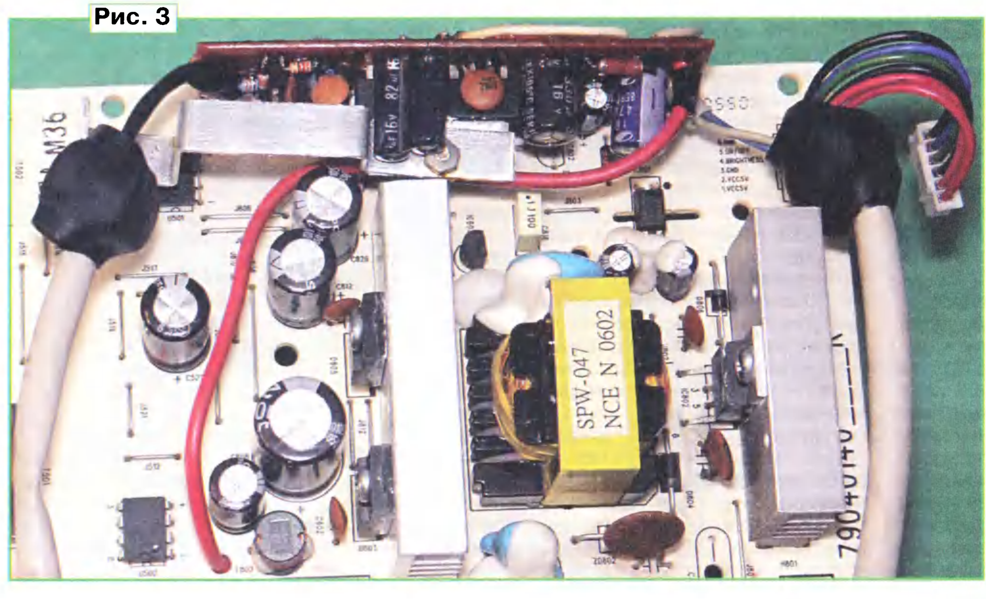


Рис. 2

Рис. 3



Стереосигнал с выходов УМЗЧ поступает на динамические головки BA1, BA2 через разделительные конденсаторы C10, C11, ограничительные резисторы R11, R12 и трёхобмоточный дроссель L2. Питается микросхема DA1 напряжением +12 В через LC-фильтр L3C12C13. Дроссель L3 также выполняет функцию предохранителя.

Все детали УМЗЧ, за исключением динамических головок, трёхобмоточных дросселей и разъёмных соединителей, смонтированы на плате размерами 75×21 мм (**рис. 2**), монтаж — двухсторонний навесной.

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Рис. 4

При доработке монитора пришлось решать несколько задач. Первая заключалась в том, что внутри корпуса, в отличие от конструкции [2], не нашлось удобного места для изготовленного модуля УМЗЧ. Поэтому его пришлось установить на монтажной плате блока питания (БП), найдя для него единственное приемлемое место вверху (**рис. 3**). При этом детали усилителя необходимо было разместить на монтажной плате таким образом, чтобы её установке на это место не мешали элементы БП. Вторая проблема была в том, что в корпусе монитора также не нашлось места для размещения даже миниатюрных динамических головок, поэтому они были установлены в нише мониторной подставки (**рис. 4**). При необходимости их можно отключить, подсоединив к XP2 через переходник головные телефоны или акустические системы более высокого качества.

Для УМЗЧ подойдут любые малогабаритные резисторы общего применения, например, С1-14, С2-14, С1-4, МЛТ, а также миниатюрные для поверхностного монтажа (SMD). Оксидные конденсаторы — малогабаритные импортные, остальные — керамические, например К10-50, в том числе для поверхностного монтажа. SMD-элементы приклеены к монтажной плате цианакриловым клеем.

Для охлаждения микросхемы TDA2007A к ней привинчен небольшой теплоотвод, согнутый из полоски листового (толщиной 0,8 мм) алюмиевого сплава шириной 7 мм (работа микросхемы без теплоотвода не допускается). Микросхема и её выводы дополнительно зафиксированы на плате клеем БФ. Возможная замена — TDA2007. При покупке в розничной торговле микросхем УМЗЧ средней мощности будьте готовы к тому, что многие из них могут оказаться неисправными или перемаркированными некачественными подделками (обычно выпуска 1997—2003 гг.). Поскольку паяные микросхемы назад не принимают, используйте при тестировании микросхемную розетку (панель) с металлизированными отверстиями.

Дроссели L1 и L2 содержат по несколько витков сложенного втрое монтажного провода на кольцах диаметром 16...22 мм из низкочастотного феррита. На готовые дроссели надеты термоусаживаемые трубки, входная вилка подключена экранированным проводом (для упрощения монтажа им же намотан дроссель L1). Дроссель L3 — промышленного изготовления с Н-образным ферритовым магнитопроводом, сопротивление обмотки должно быть 1...1,5 Ом.

Общий провод УМЗЧ подсоединён к блоку питания монитора в одной точке — возле гнезда CN801. Теплоотводящий фланец микросхемы изолирован от металлических экранов монитора. Напряжение питания +12 В снимается с конденсатора фильтра С808 (1000 мкФ, 25 В; установлен непосредственно после диодного выпрямителя D803). В режиме молчания усилитель потребляет ток около 60 мА, при максимальной громкости — примерно 250 мА.

Динамические головки ВА1, ВА2 — НВ2016 (от старого ноутбука). Сопротивление их обмотки — 4 Ом, мощность — 2 Вт (постарайтесь не перепутать выводы головок при подключении к дросселю L2). От этого же аппарата применены круглые декоративные металлические решётки, которые вплавлены в подставку монитора мощным паяльником. Звучание таких головок посредственное ("ноутбучное"), поэтому, если хотите большего, поэкспериментируйте с "тонкими" динамическими головками, у которых диффузор имеет больший размер. При использовании головок сопротивлением 8 Ом или более резисторы R11, R12 можно заменить перемычками.

При монтаже модуля УМЗЧ учитывайте, что на плате БП монитора имеется как опасное сетевое, так и высокое напряжение для питания ламп подсветки ЖК-матрицы. Не проверяйте работоспособность УМЗЧ, не подключив эти лампы, иначе возможно повреждение импульсных трансформаторов даже при исправной защите. В компьютерных ЖК-мониторах модели Acer AL1716 есть заводская недоработка — перегрев линейного стабилизатора U101 (входное напряжение — 5, выходное — 1,8 В). Если этот стабилизатор ещё "жив", припаяйте к нему дополнительный теплоотвод, а если уже неисправен, но монитор пока ещё нормально функционирует, замените его более мощным исправным стабилизатором, например LM1086IT-1.8.

Если в мониторе, который вы собираетесь "озвучить", узлы подсветки питаются более высоким напряжением, например, 15...24 В, то в УМЗЧ используйте конденсаторы с номинальным напряжением не ниже 35 В, а для охлаждения микросхемы DA1 — более эффективный теплоотвод. Не пытайтесь получить от микросхемы УМЗЧ максимальную выходную мощность, на которую она способна, поскольку возможности мониторного БП ограничены.

ЛИТЕРАТУРА

1. TDA2007A. 6 + 6W AMPLIFIER. — URL.:**http://datasheet.su/datasheet/STMicroelectronics/TDA2007A.pdf** (24.09.15).

2. **Бутов А.** Усилитель ЗЧ для монитора. — Радио, 2009, № 9, с. 13, 14.

Устройство поддержания микроклимата в зимнем саду — домашняя метеостанция

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Предлагаемое устройство разработано для поддержания микроклимата в зимнем саду, где выращиваются субтропические растения. С его помощью поддерживаются условия, необходимые для их нормального развития: температура, влажность воздуха и продолжительность светового дня. Дополнительно оно может измерять внешнюю температуру и атмосферное давление, накапливать и отображать в виде графиков информацию об их изменениях в течение года.

Устройство обеспечивает автоматическое управление системой водяного отопления помещения, увлажнителями воздуха, средствами принудительной вентиляции, электроприводами двух оконных рулонных штор, средствами досветки растений. Фактически оно реализует часть функций так называемого "умного дома" и может быть применено для управления микроклиматом в любом помещении.

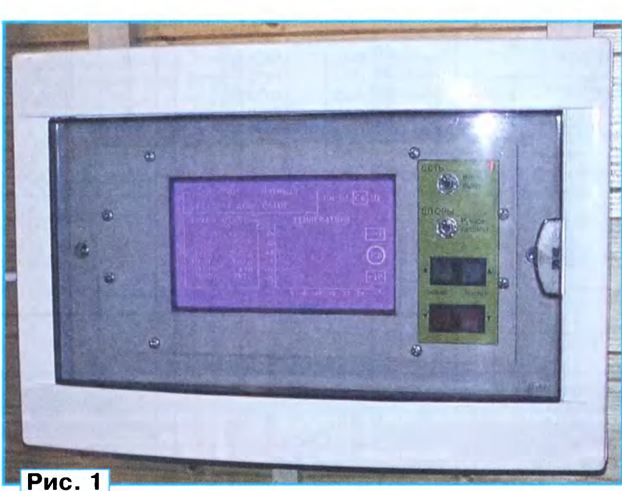


Рис. 1

Одновременно устройство исполняет роль домашней метеостанции. Оно фиксирует наружную температуру и атмосферное давление (ежечасно), абсолютные минимумы и максимумы наружной температуры и атмосферного давления за текущие сутки, средние ежесуточные значения наружной температуры и атмосферного давления в течение текущего года, абсолютные минимумы и максимумы наружной температуры и атмосферного давления за каждый квартал года с указанием их дат. На экран индикатора выводятся графики изменения метеопараметров за текущие сутки или за любой прошедший квартал текущего года.

Основные технические характеристики

Температура в помещении, °С . . . . 0...+50
Температура наружного воздуха, °С . . . . −50...+50
Атмосферное давление, мм Hg . . . . 225...825
Относительная влажность воздуха в помещении, % . . . . 40...70
Погрешность измерения климатических параметров:
- температуры в помещении, °С . . . . ±1
- температуры наружного воздуха, °С . . . . ±1
- атмосферного давления, мм Hg . . . . ±1,3
- относительной влажности воздуха в помещении, % . . . . ±4,5
- времени восхода и захода Солнца, мин . . . . ±5

Точность поддержания параметров климата в помещении:
- температуры, °С . . . . ±1
- влажности воздуха, % . . . . −5...+1
- длительности подсветки растений, мин . . . . ±1

Число каналов управления:
- отоплением 1
- вентиляцией 1
- увлажнением воздуха 1
- досветкой растений 1
- оконными шторами . . . .
- автоматически 1
- вручную 2

Нагрузочная способность каналов управления, В, В·А (А):
- отоплением . . . . ~230, 200
- вентиляцией . . . . ~230, 200
- увлажнением воздуха . . ~230, 200
- досветкой растений . . ~230, 200
- оконными шторами 5 (1,3)

Внешний вид пульта управления устройством показан на **рис. 1**. В нём имеются два работающих совместно микроконтроллера: ATmega32-16PU (основной) и ATtiny2313A-PU (управление шторами). На **рис. 2** изображена основная часть его принципиальной схемы, реализующая все функции, кроме управления шторами.

Часы реального времени на микросхеме DD1 (DS1307) обеспечивают программу микроконтроллера DD2 информацией о текущих дате и времени. В этой микросхеме имеются 56 байт оперативной памяти общего назначения, которые программа микроконтроллера DD2 использует для хранения информации о суточных изменениях температуры наружного воздуха и атмосферного давления, а также о заданных параметрах устройства.

Для микросхемы DD1 предусмотрен источник резервного питания — литиевый элемент G1 CR2032, что позволяет сохранять ход часов и информацию в оперативной памяти в отсутствие основного питания. Элемент установлен в "вертикальный" держатель CH74-2032.

Информация о состоянии окружающей среды поступает в программу микроконтроллера DD2 с датчиков атмосферного давления B1 HP03M [1], температуры и влажности воздуха в помещении B2 SHT10 [2], температуры наружного воздуха BK1 DS18B20.

Микросхема DD1 и датчик B1 связаны с микроконтроллером DD2 по интерфейсу I²C, образованному линиями SCL (PD4) и SDA (PD3). При этом для датчика B1, работающего с трёхвольтными логическими уровнями, предусмотрены преобразователи этих уровней. На линиях SCL и SDA они двунаправленные (5 В↔3 В) на транзисторах VT1 (VT2) и резисторах R9, R17 (R10, R18). Преобразователи уровней сигналов MCLK и XCLR — однонаправленные (5 В→3 В) в виде делителей напряжения R6R5 и R1R2 соответственно.

Связь с датчиком температуры и влажности воздуха B2 микроконтроллер ведёт по линиям PD1 и PD2. Датчик температуры наружного воздуха BK1 имеет интерфейс 1-Wire, обмен с ним организован по линии PD0 микроконтроллера.

Для подачи в необходимых случаях звуковых сигналов использован пьезокерамический излучатель HA1, сигнал управления которым микроконтроллер формирует на линии PD7.

Для отображения информации применён графический ЖКИ WG240128B-TML-TZ#000 (HG1) с разрешением экрана 240×128 пкс. Его обслуживают порты B и C микроконтроллера DD2. Существенное достоинство этого индикатора — встроенная резистивная сенсорная панель, существенно упрощающая реализацию органов управления. Панель обслуживают линии PA0—PA3 микроконтроллера DD2.

Чтобы минимизировать проникновение помех по цепи питания, на аналоговые узлы микроконтроллера DD2 оно подано через фильтр L1C3.

Подстроечным резистором R24 устанавливают необходимую контрастность изображения на экране ЖКИ, а подборкой резистора R21 — яркость его подсветки.

Управление исполнительными устройствами производится с помощью симисторных коммутаторов, обеспечивающих гальваническую развязку цепей управления ими от питающей сети. Эти коммутаторы идентичны, поэтому

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

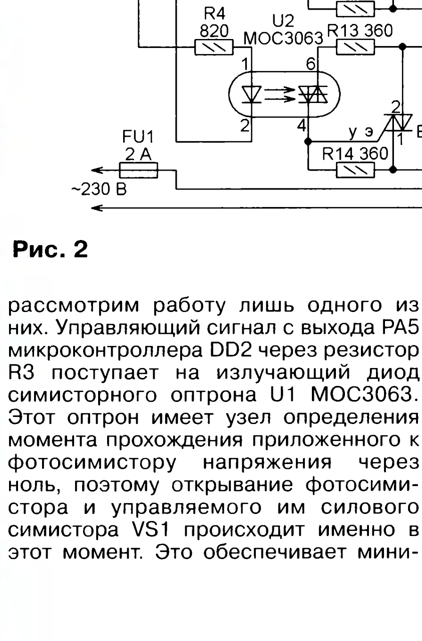


Рис. 2

рассмотрим работу лишь одного из них. Управляющий сигнал с выхода PA5 микроконтроллера DD2 через резистор R3 поступает на излучающий диод симисторного оптрона U1 MOC3063. Этот оптрон имеет узел определения момента прохождения приложенного к фотосимистору напряжения через ноль, поэтому открывание фотосимистора и управляемого им силового симистора VS1 происходит именно в этот момент. Это обеспечивает минимальный уровень коммутационных помех.

Чтобы поддерживать в помещении требуемые условия освещения, программа микроконтроллера DD2 формирует команды управления положением рулонных оконных штор. Часть схемы устройства, ответственная за управление шторами, изображена на **рис. 3**. Здесь имеется второй микроконтроллер (DD3). Обмен информацией между микроконтроллерами происходит по линиям PA6 и PA7 (DD2) и PD0, PD1 (DD3).

Узел управления шторами позволяет с помощью электропривода изменять положение двух рулонных штор либо автоматически по командам, сформированным микроконтроллером DD2, либо вручную по командам оператора. При этом в автоматическом режиме положение обеих штор изменяется синхронно, а в ручном режиме возможно раздельное управление каждой из них.

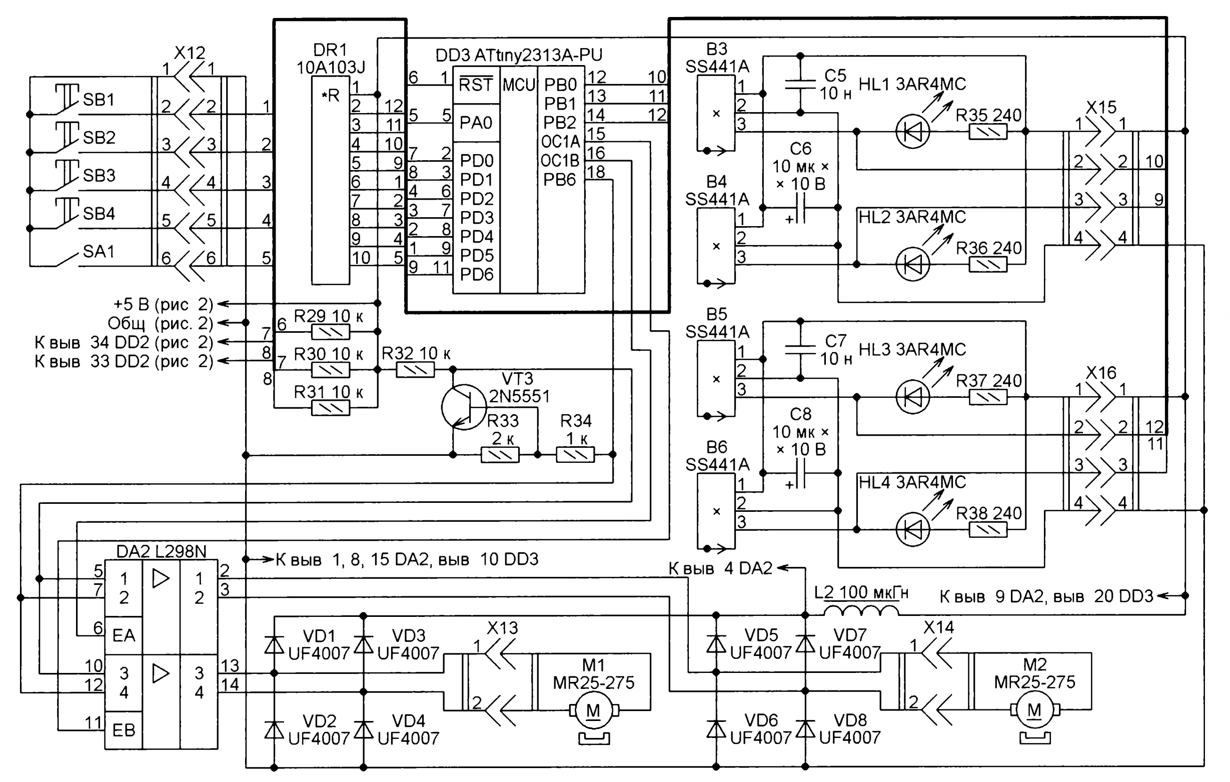


Рис. 3

150

100

Рис. 4

В автоматическом режиме шаг перемещения шторы равен половине оборота её вала, в режиме ручного управления в требуемое положение шторы устанавливает пользователь с помощью кнопок SB1—SB4.

Электропривод левой шторы состоит из электродвигателя M2, датчика верхнего положения этой шторы B3 и

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 5

датчика числа оборотов её вала B4. В приводе правой шторы установлены соответственно электродвигатель M1 и датчики B5 и B6.

Датчики B3—B6 представляют собой магниточувствительные микросхемы на эффекте Холла SS441A [3]. На валах и полотнах штор для воздействия на них установлены постоянные магниты. Светодиоды HL1—HL4 служат индикаторами срабатывания датчиков, что существенно упрощает налаживание узла. При желании по завершении налаживания эти светодиоды можно заменить перемычками, а сопротивление резисторов R35—R38 увеличить так, чтобы текущий через каждый из них ток не превышал 5...10 мА.

В качестве электродвигателей M1 и M2 применены мотор-редукторы постоянного тока Gekko MR25-275, широко используемые в робототехнике. Встроенный в них редуктор с передаточным числом 1:275 обеспечивает крутящий момент на выходном валу 330 н·см, что позволяет поднимать и опускать рулонные шторы с массой полотна до 10 кг.

Микроконтроллер DD3 управляет двигателями через двухканальный драйвер DA2 L298N, выдавая на него три управляющих сигнала: направления вращения, формируемый на линии PB6 одновременно для обеих штор, и разрешения работы каждого из двигателей, формируемые на линиях OC1A и OC1B. Последние представляют собой последовательности импульсов, модулированных по длительности, что даёт возможность изменять скорость перемещения штор.

Режим управления шторами задают выключателем SA1. В ручном режиме

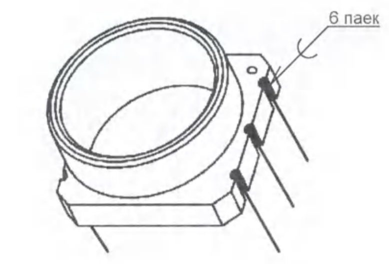


Рис. 6

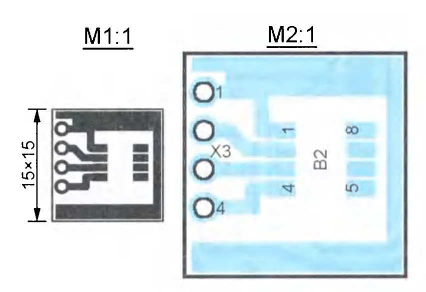


Рис. 7

(выключатель разомкнут) пользователь управляет шторами с помощью кнопок SB1 (правая вниз), SB2 (правая вверх), SB3 (левая вниз) и SB4 (левая вверх). В автоматическом режиме (выключатель SA1 замкнут) кнопки SB1—SB4 заблокированы, а команды управления положением штор поступают на линии PD0 и PD1 микроконтроллера DD3 от микроконтроллера DD2.

Дроссель L2 предназначен для подавления помех, проникающих в цепь питания устройства от работающих электродвигателей. Он должен быть рассчитан на ток не менее 2,5 А.

Устройство питают напряжением 5 В от импульсного источника питания PS-15-5 (5 В, 2,8 А). Ток потребления от него (при выключенных двигателях привода штор) — около 90 мА. Необходимое для питания датчика B1 напряжение 3,3 В получают с помощью интегрального стабилизатора DA1 L78L33.

Чертёж основной печатной платы устройства изображён на **рис. 4**. Размещение деталей на ней показано на **рис. 5**. Для микроконтроллеров DD2 и DD3 на плате устанавливают панели ввиду того, что разъёмов для программирования микроконтроллеров на ней не предусмотрено. У панели микроконтроллера DD2 удалены выводы 12 и 13.

Чтобы установить на плату датчик HP03M (B1), в пазы на боковых поверхностях его подложки впаивают отрезки лужёного одножильного провода диаметром 0,4...0,8 мм (**рис. 6**), их свободные концы вставляют в отверстия печатной платы и припаивают к её контактным площадкам. Для датчика SHT10 (B2) целесообразно изготовить небольшую переходную печатную плату по чертежу, показанному на **рис. 7**.

Микросхему L298N (DA2) следует снабдить небольшим теплоотводом с площадью охлаждающей поверхности 20...30 см^2. Теплоотводы для симисторов VS1—VS4 не предусмотрены, поэтому коммутируемая ими мощность не должна превышать 200 В·А. Для работы на более мощную нагрузку симисторы должны иметь соответствующие теплоотводы.

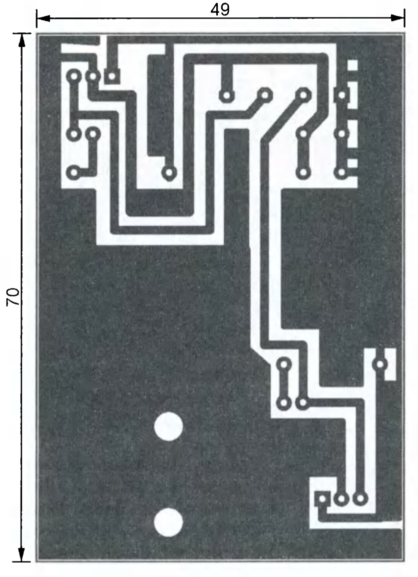


Рис. 8

Устройство собрано в типовом корпусе электрощитка. Вне основной платы находятся датчики B2—B6, а также источник питающего напряжения 5 В. Индикатор HG1, выключатель SA1 и кнопки SB1—SB4 размещены на съёмной передней панели корпуса и подключаются к основной плате разъёмами.

Следует иметь в виду, что выводы сенсорной панели индикатора оформлены в виде сверхплоского кабеля FPC, предназначенного для соединения с разъёмом FFC. Поскольку индикатор размещён на съёмной панели корпуса, длины этого кабеля (8 см) для соединения с платой недостаточно. Он подключён к ней через удлинитель — плоский кабель длиной 10 см, провода которого с одной стороны припаяны к штырям разъёма FFC, а с другой — установлен разъём BLS-4 для подключения к печатной плате.

Магнитные датчики B3—B6 установлены попарно на двух одинаковых печатных платах, изготовленных по чертежу, показанному на **рис. 8**. Эти платы размещены у штор и соединены кабелями с разъёмами X15 и X16 основной платы. Исполнительные устройства подключают к разъёмам X4, X5, X10, X11, X13, X14. Источник напряжения 5 В представляет собой отдельный узел, размещённый на собственной печатной плате.

ЛИТЕРАТУРА

1. HP03 Series of calibrated sensor module. HP03M. — URL: **http://www.hoperf.com/upload/sensor/HP03M.pdf** (07.04.16).

2. Datasheet SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15). Humidity and Temperature Sensor. — URL: **http://www.datasheetlib.com/datasheet/709656/sht10_crouzet.html** (07.04.16).

3. SS400 Series Temperature Compensated Digital Hall-Effect Sensor ICs. — URL: **http://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-ss400-series-product-sheet-009050-3-en.pdf?name=SS441A** (07.04.16).

(Окончание следует)

ОБМЕН ОПЫТОМ

Ремонт реле электрочайника Vitek VT-1188

А. ПАНЬШИН, г. Москва

Электрочайник перестал нагревать воду. При этом индикация и электродвигатель насоса работают, обрывов проводов и повреждений разъёмов нет, нагреватель исправен. Осмотр печатной платы показал, что выгорела фольга вокруг отверстия под вывод среднего (подвижного) контакта электромагнитного реле JH3001 (**рис. 1**, вывод 5) в цепи питания электронагревателя. Сам вывод 5 тоже выгорел до пластмассового основания корпуса реле. Реле было выпаяно с платы и, поскольку замены ему всё равно не было, разобрано.



Рис. 1

Для этого в нижней части корпуса, на расстоянии 3...4 мм от его основания, ножовкой был аккуратно сделан пропил по всему периметру. Перегретый и пересушенный пластик корпуса разломился сразу, заодно отломилась и небольшая часть основания корпуса, прикрывавшая остатки сгоревшего вывода 5. Последний находился на плоской бронзовой пружине подвижного контакта реле, он был выполнен из сложенного вдвое её бокового выступа (**рис. 2**,а). Нижняя часть пружины, согнутая под прямым углом, крепится под основанием катушки реле. Плоский вывод в круглом отверстии пропаивается плохо, особенно в режиме автоматической пайки. За три года работы чайника пайка постепенно разрушилась и вывод сгорел. При попытке разогнуть остаток вывода 5 он отломился от пружины по линии сгиба. Других неисправностей у реле не оказалось: обмотка была цела, контакты исправны и переключались.

Для восстановления вывода был облужен участок в нижней части бронзовой пружины (рис. 2,б). К нему был припаян изогнутый под прямым углом отрезок одножильного лужёного провода диаметром 0,75 и длиной 30 мм. Его часть, помещённая внутри корпуса реле, предварительно была сплюснута плоскогубцами. При установке реле на место новый вывод 5 легко вошёл в предназначенное для него отверстие, после чего был загнут на предварительно облуженный участок печатного проводника, примыкающий к выгоревшему, отрезан "по месту" и припаян к нему. Во избежание отпаивания вывода от пружины подвижного контакта место пайки удерживалось пинцетом для отвода тепла.

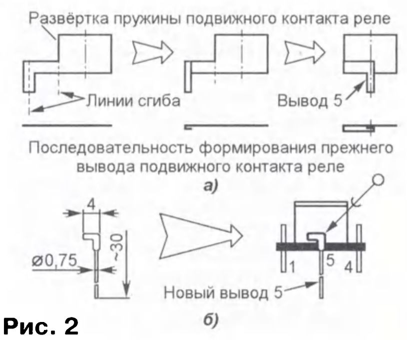


Рис. 2

Для приклеивания отпиленной части корпуса к основанию реле использован клей "Моделист", им же залито место выхода нового вывода 5 у основания реле. В завершение на плате электрочайника были пропаяны и закреплены клеем все шатающиеся разъёмы, и она была установлена на своё место. Электрочайник безотказно работает уже более года.

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Светодинамическая светодиодная лампа — из КЛЛ

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Некоторые компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) снабжены дополнительным матовым светорассеивателем, стилизованным под классическую лампу накаливания. Если такая КЛЛ вышла из строя, её корпус можно использовать для сборки простой светодиодной осветительной лампы или сделать из неё светодинамическую или автомат световых эффектов.

Такой доработке подверглась КЛЛ фирмы Osram (**рис. 1**). Её особенность — светорассеиватель снимается и устанавливается в специальный круговой паз без больших усилий.

Собственно лампа и её электронная начинка аккуратно удалены. Сначала изготавливают сетевой встраиваемый блок питания (БП) с балластными конденсаторами, схема которого показана на **рис. 2**. Ёмкость конденсаторов C1 и C2 выбрана такой, чтобы обеспечить выходной ток БП 140...150 мА. Резистор R2 ограничивает бросок тока при подаче сетевого напряжения, а через резистор R1 конденсаторы разряжаются после выключения лампы. Плавкий термопредохранитель F1 защищает БП от перегрева при неблагоприятных обстоятельствах. Переменный ток выпрямляет диодный мост VD1—VD4, а конденсатор C3 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. На транзисторе VT1 и стабилитроне VD5 собран параметрический стабилизатор напряжения с выходным напряжением 12,5...13 В.



Рис. 1

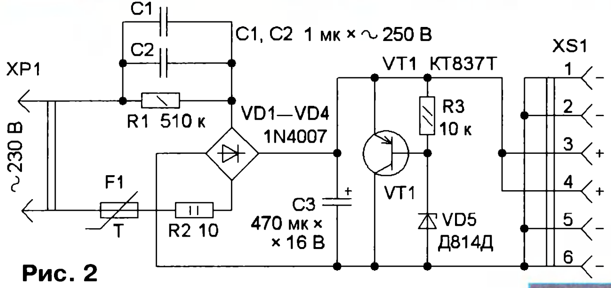
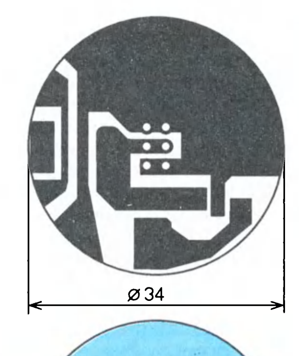


Рис. 2

Для подключения нагрузки применено гнездо XS1. Это позволило оперативно изменять функциональное назначение лампы простой заменой модулей, снабжённых ответным разъёмом. Всего таких модулей было изготовлено три: осветительный, светодинамический и для световых эффектов. Во всех случаях в качестве источника света применены светодиодные ленты с номинальным напряжением 12 В. В первом случае число ячеек светодиодной ленты выбрано так, чтобы её номинальный ток был немного больше максимального выходного тока БП. Поэтому выходное напряжение БП меньше напряжения стабилизации, и весь ток потребляет светодиодная лента. В остальных случаях часть тока потребляет сам БП.

Плавкий предохранитель F1 (температура срабатывания 125 °C) был установлен в КЛЛ, он припаян к цоколю лампы (XP1). Балластные конденсаторы должны быть рассчитаны на работу при переменном напряжении 250 В, они извлечены из импульсных БП компьютеров, а их число может быть и другим, главное, чтобы суммарная ёмкость соответствовала указанной на схеме. Конденсаторы склеены вместе и размещены в цоколе лампы (придётся подобрать такие, чтобы они входили в него). Там же расположены резисторы R1 и R2 (МЛТ или импортные), причём резистор R2 составлен из двух одноваттных сопротивлением по 20 Ом, соединённых параллельно, и термопредохранитель F1. Остальные элементы размещены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 3**. Применён резистор МЛТ (R3), оксидный конденсатор C3 — импортный. Стабилитрон — любой маломощный (в том числе и двуханодный) на напряжение стабилизации 12...12,5 В. Транзистор KT837T заменим любым из серии KT818 в кор-

Рис. 4



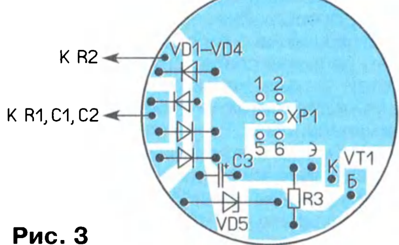


Рис. 3



Рис. 5

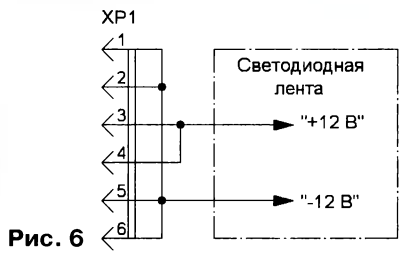


Рис. 6


Рис. 7



Рис. 10

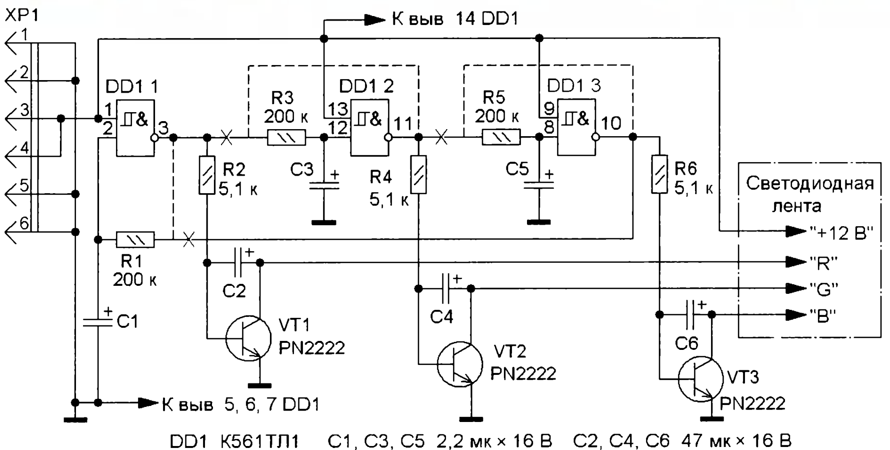


Рис. 8

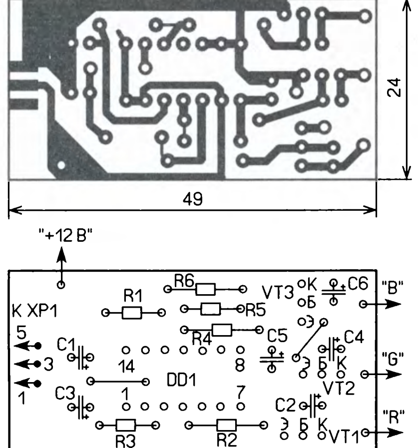


Рис. 9

пусе ТО-220, чтобы он мог рассеивать без теплоотвода мощность до 1,5 Вт. Гнездо XS1 — шестиконтактное двухрядное с шагом 2,54 мм (PBD-6). Следует отметить, что гнездо в БП и вилка у модулей не имеют ключа. Поэтому вставлять их можно, не обращая внимания на его отсутствие, главное, чтобы все контакты вилки попали в отверстия розетки. В любом случае плюсовая линия питающего напряжения будет на средних контактах, а минусовая — на крайних. Так надо подключать линии питания и у модулей.

Плата БП с помощью клея закреплена в верней части цоколя от КЛЛ (**рис. 4**) и проводами соединена с остальными элементами БП. После проверки работоспособности БП цоколь собирают, а оставшиеся от баллона КЛЛ отверстия заклеивают герметиком или клеем (**рис. 5**). Розетка XP1 не обязательно должна выступать над слоем герметика и может находиться с ним на одном уровне.

Схема первого модуля (осветительного) показана на **рис. 6**. Она содержит светодиодную ленту, содержащую несколько ячеек с суммарным номинальным потребляемым током, о котором сказано ранее. К пластмассовой пластине толщиной 1,5 мм размерами 20×55 мм (зависит от габаритов светорассеивателя) приклеены вилка XP1 (PLD-6) и светодиодная лента (**рис. 7**). Вилка вставляется в гнездо XS1 БП и достаточно надёжно в нём фиксируется, сверху надевают светорассеиватель. Поскольку мощность лампы не превышает 1,8 Вт, её яркость невелика, и её можно использовать в подсобных помещениях или для дежурного освещения.

Второй модуль предназначен для создания световых эффектов, его схема показана на **рис. 8**. На трёх логических элементах DD1.1—DD1.3 собран трёхфазный мультивибратор с частотой следования импульсов несколько долей герца, который управляет транзисторами VT1—VT3. Импульсы появляются на выходах логических элементов друг за другом с задержкой во времени. Поэтому кристаллы разных цветов включаются поочерёдно. Чтобы при включении яркость нарастала относительно плавно, установлены конденсаторы C2, C4 и C6. Частота следования импульсов зависит от постоянной времени цепей R1C1, R3C3 и R5C5. Изменяя номиналы этих элементов в широких пределах, можно изменять и частоту следования импульсов.

Все элементы второго модуля установлены на плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита тол-

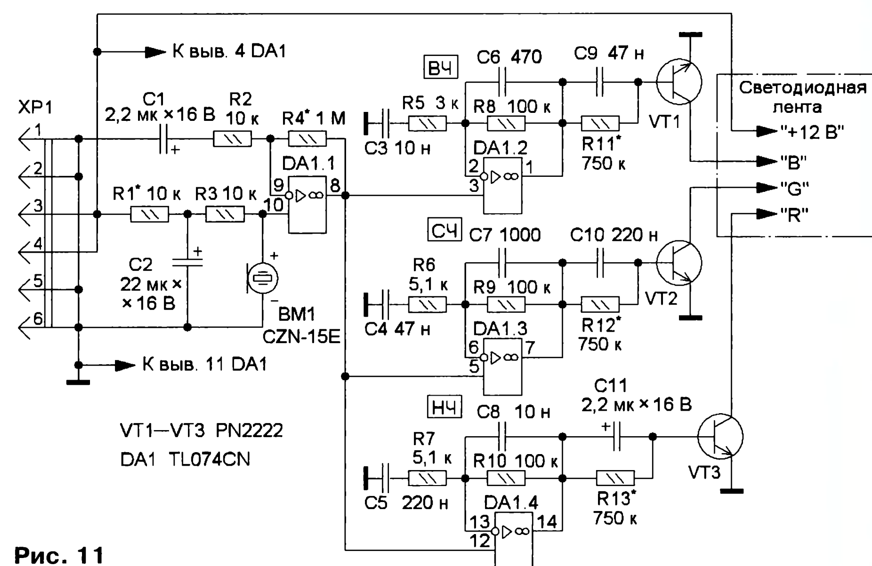


Рис. 11

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

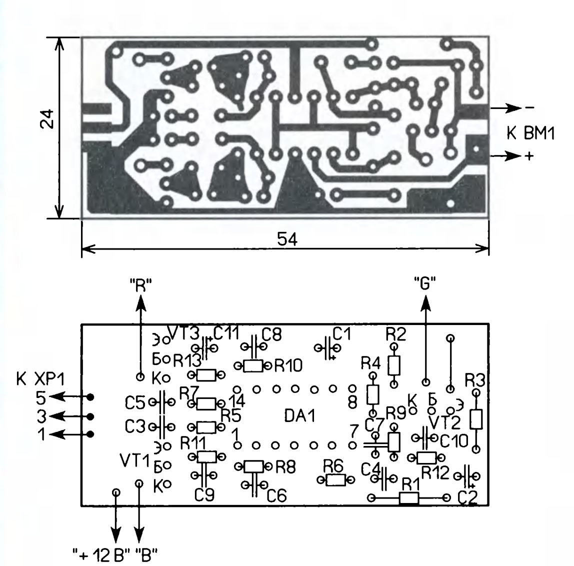


Рис. 12



Рис. 13



Рис. 14

щиной 1...1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 9**. Применены резисторы Р1-4, С2-23, оксидные конденсаторы — импортные низкопрофильные, чтобы плата могла свободно проходить через горловину светорассеивателя. Транзисторы PN2222 можно заменить отечественными серии КТ503. Вид смонтированной платы показан на **рис. 10**.

В этом модуле применена лента с номинальным напряжением 12 В, содержащая три ячейки, в каждой из которых установлены по три трёхцветных светодиода. Лента закручена вокруг платы и закреплена по её краю клеем. Суммарный потребляемый ток кристаллами одного цвета — 45...55 мА. Поскольку не все светодиоды включены одновременно, суммарный ток ленты не превышает 150 мА, т. е. максимального выходного тока БП.

Если свечение этой лампы на основе трёхфазного мультивибратора может показаться монотонным, схему модуля можно изменить, превратив трёхфазный мультивибратор в три независимых генератора. Для этого следует устранить связь между логическими элементами, перерезав соответствующие печатные проводники. На рис. 8 они показаны крестами красного цвета, на рис. 9 — более тонкими линиями. Затем отрезками изолированного провода делают соединения, показанные на рис. 8 штриховыми линиями.

Третий модуль — светодинамический. У него источник света — также отрезок светодиодной ленты с трёхцветными светодиодами. Цвет свечения лампы с этим модулем будет изменяться в такт с музыкой или другими звуками, а также с их спектральным составом. Схема модуля показана на **рис. 11**. В его состав входят микрофонный усилитель на ОУ DA1.1 и три активных полосовых фильтра на ОУ DA1.2—DA1.4. На ОУ DA1.2 собран фильтр с центральной частотой около 3 кГц, на ОУ DA1.3 — с частотой около 1 кГц, на ОУ DA1.4 — с частотой около 150 Гц. Коэффициент усиления активных фильтров — 20...25 дБ. Сигнал с выхода фильтров поступает соответственно на транзисторы VT1—VT3. В базовые цепи транзисторов включены цепи автоматического смещения C9R11, C10R12 и C11R13. Через резисторы R11—R13 в базы транзисторов поступает ток, поэтому транзисторы приоткрываются и через светодиоды протекает небольшой ток, вызывая их слабое свечение. При появлении на выходе фильтров сигнала ток начинает протекать через конденсаторы C9—C11, транзисторы открываются больше и светодиоды начинают светить ярче. Конденсаторы не успевают быстро разрядиться через "свои" резисторы, поэтому на них появляется напряжение, которое закрывает транзисторы. Чем больше напряжение сигнала, тем больше закрывающее напряжение. При этом происходит сжатие динамического диапазона выходных сигналов, что поддерживает динамическое изменение яркости светодиодов.

Чертёж платы третьего модуля показан на **рис. 12**, а вид смонтированной платы — на **рис. 13**. Применены керамические импортные или отечественные (К10-17) конденсаторы, остальные элементы — как в предыдущем модуле. Светодиодная лента закручена вокруг платы (**рис. 14**) и закреплена клеем. Чтобы модуль работал нормально, в светорассеивателе придётся сделать акустические отверстия.

Налаживание начинают с подборки резистора R1 (а при необходимости и R3). С его помощью устанавливают на выходе ОУ DA1.1 постоянное напряжение 5...6 В. Такое же напряжение должно быть и на выходе остальных ОУ. Подборкой резистора R4 устанавливают желаемое усиление микрофонного усилителя. Резисторами R11—R13 устанавливают начальный ток транзисторов. **Налаживать и проверять работоспособность всех модулей следует только совместно с лабораторным БП напряжением 12 В, поскольку БП лампы имеет гальваническую связь с сетью!**

Следует отметить, что предложенная конструкция доработанной лампы позволяет подключать к ней модули самого различного назначения, например, с датчиком движения и пр.

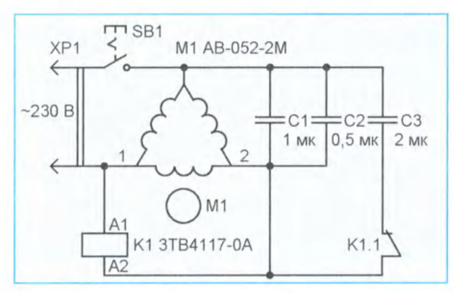
И ещё раз о трёхфазном электродвигателе в однофазной сети

Н. АКЕЛЬЕВ, г. Волгоград

В журнале "Радио", других изданиях и Интернете опубликовано немало статей об использовании трёхфазного асинхронного электродвигателя в однофазной сети. Приведены схемы и формулы для расчёта ёмкости рабочего и пускового фазосдвигающих конденсаторов. Однако результат всё же нередко бывает неудовлетворительный, приводящий либо к значительному снижению вращающего момента двигателя, либо к его перегреву и выходу из строя.

Автор решил поподробнее разобраться в данной ситуации. Для этого на обмотках работающего трёхфазного электродвигателя, подключённого с использованием фазосдвигающего конденсатора к однофазной сети, было измерено напряжение при разных значениях его ёмкости. Результат получился следующий. Если измерять напряжение на обмотке двигателя между точками 1 и 2 (см. **рисунок**), то при малой ёмкости фазосдвигающего конденсатора напряжение на ней меньше номинального напряжения сети. Две другие обмотки двигателя в этом случае нагреваются под нагрузкой, так как вращающий момент у него пониженный, частота вращения снижается, ток в обмотках растёт.

При увеличении ёмкости конденсатора напряжение на обмотке 1—2 растёт и достигает номинального значения сети. В этом случае напряжение на всех трёх обмотках электродвигателя становится одинаковым, равным номинальному, и режим его работы не отличается от работы в сети трёхфазного напряжения. Двигатель не перегревается и имеет номинальный вращающий момент. Это и соответствует искомому значению ёмкости фазосдвигающего конденсатора. Если продолжить увеличивать его ёмкость, то напряжение между точками 1 и 2 становится выше номинального и обмотка начинает нагреваться из-за увеличения тока в ней сверх номинального.



У автора была идея разработать электронное устройство, автоматически подбирающее ёмкость фазосдвигающего конденсатора в зависимости от напряжения на обмотке 1 и 2: если оно меньше номинального, ёмкость добавляется, если больше — убавляется. Но это будет довольно сложное и дорогостоящее устройство.

Однако эту идею можно использовать и в традиционном варианте. На рисунке для примера показана схема включения электродвигателя с использованием деталей, оказавшихся под рукой. Параллельно точкам 1 и 2 подключена обмотка пускателя K1 на номинальное напряжение 220 В. Его нормально замкнутые контакты K1.1 подключают параллельно рабочим конденсаторам C1, C2 пусковой C3. В момент включения напряжение на обмотке пускателя K1 меньше напряжения срабатывания, его контакты находятся в положении, показанном на схеме, пусковой конденсатор подключён параллельно рабочим, двигатель разгоняется. С ростом частоты вращения напряжение между точками 1 и 2 возрастает. Когда оно достигает напряжения срабатывания, пускатель срабатывает и контактами K1.1 отключает пусковой конденсатор. Ёмкость рабочих конденсаторов C1, C2 подобрана так, что в рабочем режиме напряжение между точками 1 и 2 примерно равнялось 220 В, что является номинальным напряжением и для обмотки двигателя, и для обмотки пускателя. Если под высокой нагрузкой двигатель остановится, напряжение между точками 1 и 2 снизится, пускатель K1 отключится и контактами K1.1 вновь подключит пусковой конденсатор параллельно рабочим. Вручную перезапускать двигатель не придётся, достаточно будет снять нагрузку.

В данном конкретном примере использовались трёхфазный асинхронный двигатель АВ-052-2М мощностью 90 Вт, пускатель 3ТВ4117-0А фирмы Siemens, конденсаторы МБГЧ-1 с номинальным напряжением 500 В. Для других электродвигателей рекомендуется после определения ёмкости рабочего конденсатора расчётным путём уточнить её значение экспериментально, подобрав так, чтобы напряжение между точками 1 и 2 в рабочем режиме было равно напряжению около 220 В.

Следует помнить, что все детали такой экспериментальной установки находятся под напряжением сети, а на отключённых конденсаторах может длительно сохраняться опасное напряжение, поэтому при всех измерениях необходимо соблюдать правила электробезопасности.

Устройство периодического прерывания питания с большой выдержкой

А. ПАХОМОВ, г. Владимир

Приведено описание простого устройства, позволяющего с периодом в несколько часов автоматически на короткое время выключать и вновь включать питание любого электроприбора. Устройство выполнено на микроконтроллере ATtiny13A и содержит минимальное число элементов.

Примером применения такого устройства может быть периодическое выключение какого-либо прибора для перезагрузки его программы (это восстанавливает нарушенную в результате сбоя работоспособность). Можно, например, с периодом в несколько часов опрашивать электронный термометр или другой датчик и передавать его показания по радиоканалу.

У меня в деревенском доме регистрирующая система в отсутствие хозяев собирает показания различных датчиков и через 3G-модем отправляет их на специализированный сайт, где хранится база данных. Было замечено непредсказуемое "выпадение", а то и полное прекращение обновления информации в базе. Причиной оказалась потеря связи модема с сотовой сетью. Помогала только периодическая перезагрузка всех устройств системы (модема, роутера, контроллера). Я выбрал самый простой способ делать это — каждые четыре-пять часов выключать на несколько секунд питание регистрирующей системы.

Чтобы реализовать этот способ, нужен генератор импульсов с очень длительным периодом их повторения. Решение задачи традиционным методом приводит к довольно сложному устройству с высокими требованиями к долговременной стабильности элементов. Альтернатива — недорогое устройство на микроконтроллере. Принцип его работы может быть таким: "спящий" микроконтроллер периодически по сигналу сторожевого таймера "пробуждается", проверяет, сколько времени прошло с последней перезагрузки системы и, если нужный момент подошёл, на некоторое время отключает её питание.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Напряжение +5 В поступает от входной розетки XS1 (USB-BF) через нормально замкнутые контакты K1.1 реле K1 на

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

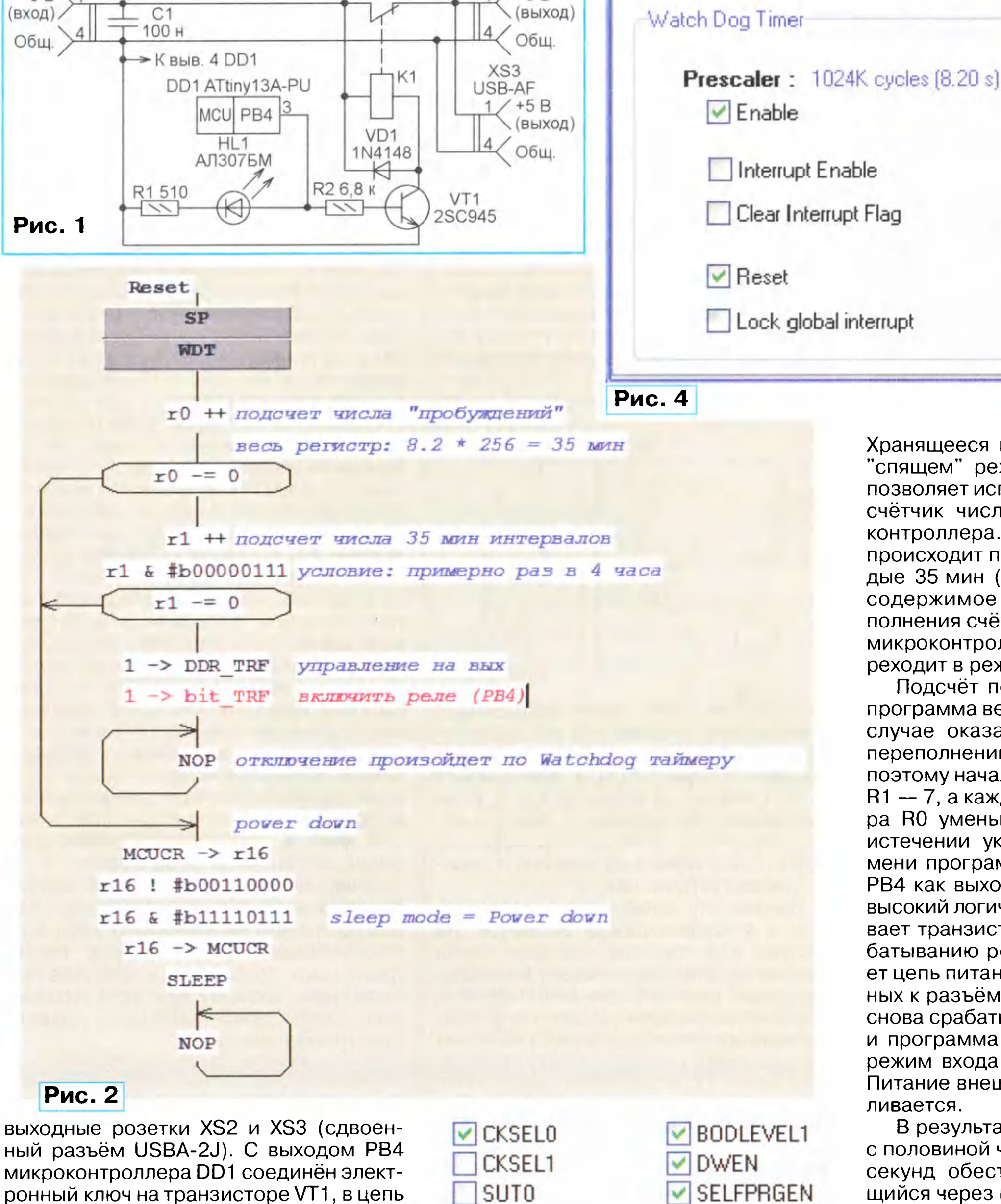


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 4

выходные розетки XS2 и XS3 (сдвоенный разъём USBA-2J). С выходом PB4 микроконтроллера DD1 соединён электронный ключ на транзисторе VT1, в цепь коллектора которого включена обмотка реле K1 сопротивлением 75 Ом (рабочее напряжение обмотки 5 В).

Светодиод HL1 служит индикатором состояния устройства. Он светится, когда от розеток XS2 и XS3 отключено питание. При включении питания микроконтроллер конфигурирует все линии своих портов как входы, поэтому транзистор остаётся закрытым, а обмотка реле обесточена.

Программа микроконтроллера разработана в среде Algorithm Builder for AVR. Блок-схема алгоритма её работы изображена на **рис. 2**. Необходимые для работы программы состояния разрядов конфигурации микроконтроллера ATtiny13A представлены на **рис. 3**.

Режим работы сторожевого таймера микроконтроллера следует задать в среде разработки, как показано на **рис. 4**, что соответствует самой большой длительности его выдержки — 8,2 с. Программа построена так, что бо́льшую часть времени микроконтроллер находится в "спящем" режиме. "Проснувшись" при срабатывании сторожевого таймера, он, согласно программе, проверяет содержимое регистра R0 и увеличивает его содержимое на единицу. Хранящееся в регистре R0 значение в "спящем" режиме не изменяется, что позволяет использовать его регистр как счётчик числа "пробуждений" микроконтроллера. Переполнение регистра происходит приблизительно через каждые 35 мин (8,2 с × 256). Если же его содержимое отлично от нуля, переполнения счётчика ещё не произошло и микроконтроллер "засыпает" вновь (переходит в режим Power down).

Подсчёт переполнений регистра R0 программа ведёт в регистре R1. В моём случае оказалось достаточно восьми переполнений (8,2 с × 256 × 8 = 4,7 ч), поэтому начальное значение в регистре R1 — 7, а каждое переполнение регистра R0 уменьшает его на единицу. По истечении указанного интервала времени программа конфигурирует вывод PB4 как выход и устанавливает на нём высокий логический уровень. Это открывает транзистор VT1 и приводит к срабатыванию реле K1, которое разрывает цепь питания устройств, подключённых к разъёмам XS2 и XS3. Через 8,2 с снова срабатывает сторожевой таймер, и программа возвращает вывод PB4 в режим входа, чем выключает реле K1. Питание внешних устройств восстанавливается.

В результате примерно раз в четыре с половиной часа устройство на восемь секунд обесточивает прибор, питающийся через него напряжением 5 В.

Прерыватель смонтирован на фрагменте макетной платы размерами 20×50 мм. Микроконтроллер DD1 установлен в панель. Реле K1 — SRS-05VDC-SL. Проверку изготовленного прерывателя следует начинать без микроконтроллера. Напряжение 5 В, поданное на розетку XS1, должно присутствовать на гнезде 8 панели микроконтроллера и левом (по схеме) выводе обмотки реле K1. Это напряжение измеряют относительно гнезда 4 панели микроконтроллера. Проверить работу транзистора VT1 и реле K1 можно кратковременным замыканием гнёзд 8 и 3 панели микроконтроллера — реле должно сработать, а светодиод — включиться на время замыкания. После установки микроконтроллера в панель проверка работы устройства состоит в длительном ожидании момента включения светодиода и срабатывания реле.

- [x] CKSEL0
- [ ] CKSEL1
- [ ] SUT0
- [x] SUT1
- [x] CKDIV8
- [x] WDTON
- [x] EESAVE
- [ ] SPIEN
- [x] RSTDISBL
- [x] BODLEVEL0
- [x] BODLEVEL1
- [x] DWEN
- [x] SELFPRGEN

Отмечены незапрограммированные разряды

Рис. 3

На проверенную плату с деталями надета термоусаживаемая трубка, через которую хорошо видно свечение светодиода HL1. В готовом виде прерыватель показан на **рис. 5**.

Интересно отметить "побочный эффект". Чтобы при проверке не слишком долго ждать срабатывания реле, несколько упрощённая программа (без

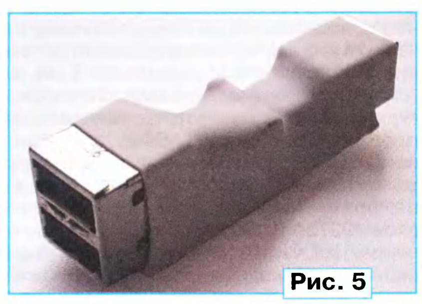


Рис. 5

анализа состояния регистра R1) была загружена в микроконтроллер приёмной части устройства, описанного в моей статье "Радиоуправляемый сетевой удлинитель" ("Радио", 2014, № 7, с. 31—33). При её работе через каждые 35 мин розетки удлинителя включались на 8 с. В предновогодние дни к этому удлинителю была подключена ёлочная иллюминация. Эффект оказался неожиданным: в самое неподходящее время иллюминация вдруг включалась. Ёлка, весело мигая, несколько секунд поднимала настроение окружающим.

Жизнь показала, что совершенно бесполезное, на первый взгляд, устройство, уже более года проработав в деревенском доме, оказалось... полезным. При анализе регистрируемой на сайте информации стало видно, как перезагрузка системы решает проблему зависания канала сотовой связи. При этом для устранения сбоя не приходилось ехать на место, чтобы перезапустить систему. Устройство получилось компактным и удобным. Также нужно отметить низкое потребление им тока в режиме ожидания, что позволяет применить подобное решение в системах с автономным питанием.

Принципы, заложенные в рассмотренный алгоритм, можно использовать и в иных целях, например, для имитации присутствия в доме.

***От редакции**. Программа микроконтроллера находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/08/pr.zip** на нашем FTP-сервере.*

Хронометр

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

Предлагаемая вниманию читателей конструкция представляет собой высокоточный прибор для измерения времени, иначе говоря — хронометр, выполненный в габаритах наручных часов с автономным питанием. Он содержит сравнительно небольшое число общедоступных компонентов. Печатные платы изготовлены в домашних условиях.

Чтобы вписаться в габариты наручных часов, компоненты хронометра размещены на двух печатных платах. На нижней плате, схема которой изображена на рис. 1, находятся микросхема прецизионных часов реального времени DS3231M+ (DD1) и микроконтроллер ATtiny2313A-SU (DD2). Микроконтроллер тактирован от внутреннего RC-генератора, что освободило его выводы PA0 и PA1 для связи с часовой микросхемой по интерфейсу I^2C.

Резистор R4 защищает выход PD0 от возможного замыкания на общий провод при нажатии на подключённую к нему же кнопку, находящуюся на другой плате.

Чертёж нижней печатной платы изображён на **рис. 2**. Она рассчитана на установку элементов для поверхностного монтажа — резисторов и конденсаторов типоразмера 1206, микросхем в корпусах SOIC. На плате предусмотрены контакты для связи микроконтроллера с программатором.

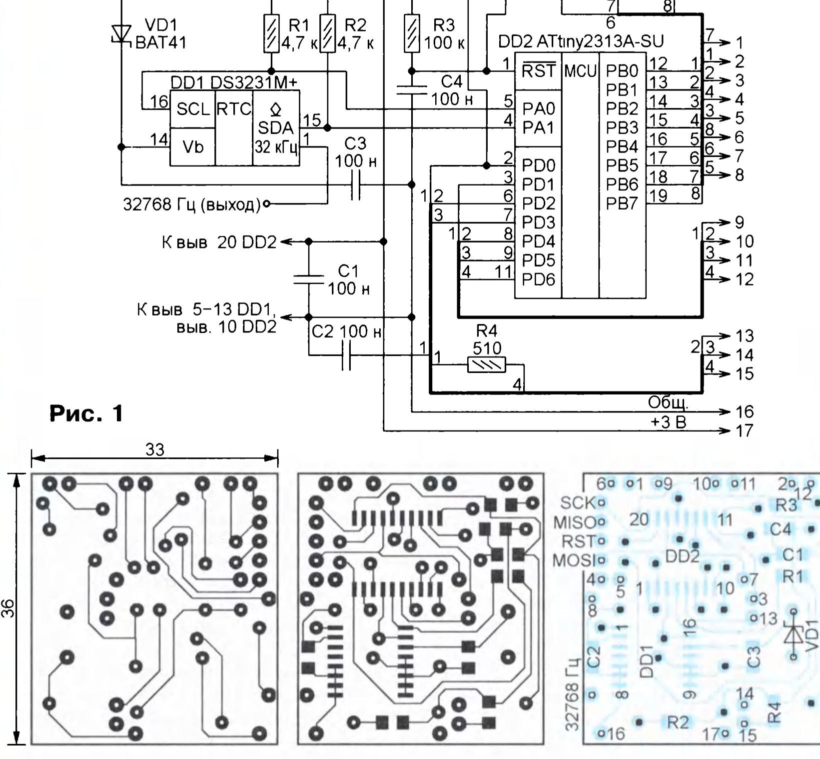


Рис. 1

Рис. 2

Порт B микроконтроллера управляет элементами цифр, изображаемых светодиодным индикатором, а к выводам порта D подключены аноды разрядов индикатора и кнопки управления. Хронометр питают от одного литиевого элемента CR2032 напряжением 3 В. На микросхему DD1 основное напряжение питания поступает с вывода PD0 микроконтроллера, а резервное (V_b) — через диод Шотки VD1 от литиевого элемента. Этим обеспечен переход микросхемы DD1 в режим с малым потреблением тока при работе микроконтроллера DD2 в "спящем" режиме.

Схема верхней платы показана на **рис. 3**. На ней расположены четырёхразрядный светодиодный индикатор HG1, элемент питания G1 и кнопки SB1—SB3. Чертёж платы — на **рис. 4**. Резисторы на ней — типоразмера 0805. Элемент питания помещён в держатель CH224-2032.

Платы изготовлены из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1 мм. После изготовления необходимо тщательно проверить печатные проводники на обрыв и замыкание. Межплатные перемычки впаивают в нижнюю плату после монтажа деталей. Учитывая высокую плотность мон-

тажа и малую ширину проводников, перед соединением плат между собой обязательно следует ещё раз убедиться в отсутствии на них обрывов и замыканий. Между платами должна быть вставлена изолирующая прокладка из тонкого плотного картона.

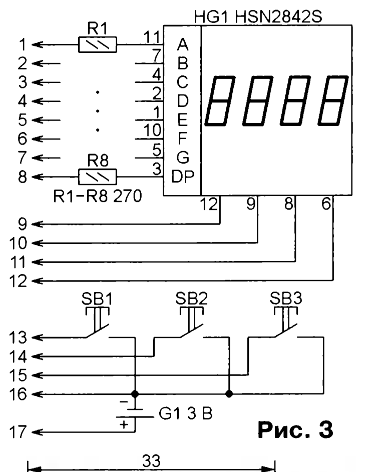
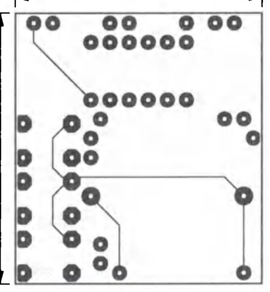


Рис. 3



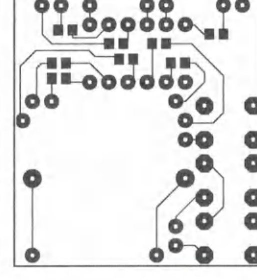
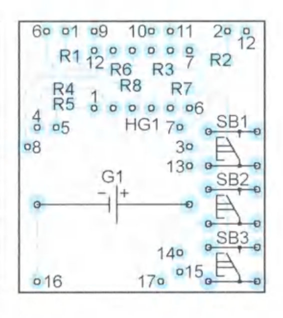



Рис. 4

После включения питания программа переводит микроконтроллер в режим микропотребления и отключает основное питание часовой микросхемы. В отсутствие основного питания эта микросхема также переходит в экономичный режим. "Просыпается" микроконтроллер по внешним запросам прерываний. По прерыванию INT0 от кнопки SB1 начинается вывод текущего времени на индикатор, по прерыванию INT1 от кнопки SB2 — установка времени. В режиме установки времени нажатия на кнопку SB1 изменяют содержимое регистра часов, а на кнопку SB2 — содержимое регистра минут. Изменение возможно только в сторону увеличения.

Из режима установки времени выходят нажатием на кнопку SB3. При выходе программа обнуляет регистр секунд часовой микросхемы. Для работы этой кнопки программа в режиме установки времени переключает линию PD0 с вывода на ввод и обратно.

Индикатором HG1 программа управляет с помощью восьмиразрядного таймера T0. По запросам прерывания от таймера информация выводится на индикатор, одновременно идёт подсчёт времени работы индикатора. Максимальная продолжительность его непрерывной работы задана константой TimeDisp и по умолчанию равна 4,7 с. Отсчёт времени работы индикатора (показа текущего времени) начинается с момента нажатия на кнопку SB1.

Для удобства проверки хода часов в программе может быть активирован фрагмент, позволяющий включать и выключать индикатор кнопкой SB1. Для этого достаточно в начале файла исходного текста программы Chronometer1.asm раскомментировать (удалить символ точки с запятой в первой позиции) строку

```
;#define No_time_limit_for_display
```

После проверки часов эту строку необходимо закомментировать вновь, так как случайное длительное включение индикатора приводит к быстрой разрядке элемента питания. К статье приложены два варианта загрузочного файла программы. При создании одного (Chronometer1.hex) указанная строка была закомментирована, а при создании другого (Chronometer1NoLimit.hex) она действовала.

Старший байт		Младший байт	
Разряд	Знач.	Разряд	Знач.
DWEN	1	CKDIV8	0
EESAVE	1	CKOUT	1
SPIEN	0	SUT1	1
WDTON	1	SUT0	0
BODLEVEL2	1	CKSEL3	0
BODLEVEL1	1	CKSEL2	1
BODLEVEL0	1	CKSEL1	0
RSTDISBL	1	CKSEL0	0

Мигание разделительного двоеточия реализовано программно. Предусмотрено также гашение незначащего нуля в разряде десятков часов. В режиме установки времени ограничение по продолжительности работы индикатора отсутствует, двоеточие выключено.

Интерфейс I^2C работает на частоте 100 кГц, его программная реализация взята из книги **В. Трамперта** "AVR-RISC микроконтроллеры" (Киев: МК-Пресс, 2006). Таблица коммутации разрядов индикатора и таблица кодов цифр находятся в программной памяти микроконтроллера.

В микросхеме DS3231M+ предусмотрена коррекция ухода частоты кварцевого резонатора по мере его старения. Поправка хранится в регистре компенсации старения (Aging Offset Register) микросхемы. В программе хронометра такая коррекция не предусмотрена, а в упомянутый регистр записан 0 (константа SIGN=0). При необходимости можно изменить эту константу. Если часы спешат, ей должно быть присвоено положительное значение (старший двоичный разряд равен нулю), если отстают — отрицательное значение (старший двоичный разряд равен единице). Единица младшего разряда константы изменяет частоту кварцевого генератора часов приблизительно на 0,1 ppm. После изменения константы следует повторно транслировать программу и загрузить полученный HEX-файл в микроконтроллер.

Конфигурация микроконтроллера ATtiny2313A-SU должна соответствовать **таблице**. Расширенный байт конфигурации остаётся неизменным.

Изготовленный хронометр при включённом индикаторе и напряжении питания 3 В потребляет средний ток 5 мА, в "спящем" режиме — 1 мкА. Температурная коррекция частоты генератора производится каждые 64 с, длительность процесса измерения температуры — 125...200 мс, потребляемый ток в это время — 575 мкА. За год выполняется 492750 измерений температуры и коррекций частоты, на что расходуется около 16 мА·ч электроэнергии. При ёмкости элемента питания 200 мА·ч его хватит для работы хронометра как минимум в течение двух лет.

После сборки хронометр необходимо подключить к программатору, загрузить в микроконтроллер программу и установить его конфигурацию. После отключения программатора и подключения элемента питания можно нажать на кнопку SB1, на индикатор будет выведено "_0:00" с мигающим двоеточием. Нажав на кнопку SB2, войдите в режим установки времени. Затем нажатиями на кнопку SB1 установите текущий час, а на кнопку SB2 — текущую минуту. Выйдите из режима установки времени, нажав на кнопку SB3. При этом внутренний регистр секунд микросхемы DD1 будет обнулён, что позволяет синхронизировать хронометр с контрольными часами или сигналами точного времени. Снова нажав на кнопку SB1, увидите на индикаторе установленное время.

Для проверки точности хода хронометра придётся запастись терпением минимум на месяц. За это время его показания не должны уйти более чем на 3 с. В противном случае можно изменить значение в регистре Aging Offset Register. Как это сделать, рассказано выше.

Проверку точности хода хронометра можно произвести и с помощью точного частотомера, выход частоты 32768 Гц в микросхеме программно активирован. Для измерения частоты между контактами "32768 Гц" и "17" на плате микроконтроллера необходимо временно подключить резистор номиналом 10 кОм, а между контактами "32768 Гц" и "16" — частотомер. Во время проверки для питания хронометра можно использовать два элемента типоразмера AA. Следует также измерить потребляемый ток в разных режимах работы и проверить работу температурной коррекции частоты, при её нормальной работе подключённый последовательно с источником питания микроамперметр покажет броски потребляемого тока с периодом 64 с.

*От редакции. Программы микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/08/chrono.zip** на нашем FTP-сервере.*

Термостат для блоков-конденсаторов промышленных систем кондиционирования

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

В статье предложен вариант автоматической системы управления температурным режимом блока конденсаторов теплоносителя в промышленной системе кондиционирования воздуха в помещении. Система успешно испытана и внедрена на ряде объектов в Узбекистане, где интенсивно эксплуатируется уже более трёх лет с кондиционерами различных типов при температуре наружного воздуха в интервале от −25 °С до +50 °С в условиях горной и пустынной местности.

Прежде чем перейти к описанию назначения и принципа действия предлагаемого устройства, коснёмся вкратце основных принципов и обеспечения условий работы систем кондиционирования воздуха [1]. Их действие (в режиме охлаждения) основано на переносе тепла из охлаждаемого помещения за его пределы. Поток охлаждаемого воздуха пропускают через теплообменник внутреннего блока-испарителя, называемого так потому, что в нём происходит испарение жидкого вещества-теплоносителя (хладагента). Процесс испарения, естественно, сопровождает передача тепловой энергии вовне, т. е. охлаждение. Однако при необходимости обеспечить работу в режиме охлаждения в условиях, когда температура наружного воздуха значительно ниже температуры внутри помещения, возникают проблемы. Особенно в режиме так называемого технологического охлаждения при отрицательной внешней температуре. Такой режим требуется, в частности, в центрах обработки данных, серверных, шельтерах (блок-боксах) радиосвязи и других помещениях подобного рода.

Хладагент в газообразном состоянии направляют по трубопроводу во внешний блок, находящийся за пределами помещения. Там происходит его конденсация, сопровождающаяся выделением накопленного тепла и его передачей теплообменнику-конденсатору и далее во внешнюю среду. Эффективность системы при прочих равных условиях сильно зависит от температуры воздуха как внутри, так и снаружи помещения.

Подавляющее большинство кондиционеров выпускают зарубежные производители, но далеко не все кондиционеры даже ведущих мировых фирм способны работать в режиме технологического охлаждения. Для этого существуют специальные промышленные системы, способные эффективно работать при температуре ниже −15 °С. Их производителей всего два-три в мире, а стоимость весьма значительна. Но даже и эти системы не имеют достаточной производительности при температуре ниже −25 °С.

Для повышения эффективности работы при отрицательной температуре у нас часто используют простой приём — помещают внешние блоки кондиционера в "тёплый" бокс, в котором поддерживают температуру, достаточную для нормального функционирования системы. Для её поддержания обычно достаточно тепла, переносимого из помещения и выделяемого самими конденсаторами, но в особо тяжёлых условиях может потребоваться установка дополнительных обогревателей. Так можно заставить работать в режиме технологического охлаждения даже обычный кондиционер. Это ещё один плюс такого приёма, позволяющий получить существенную экономию материальных затрат на оборудование и его наладку.

Для обеспечения нужных условий работы конденсаторов тёплый бокс должен быть оснащён системой управления температурным режимом, превращающей его в термостат. Обычно этого достигают с помощью регулируемых приточно-вытяжных воздушных клапанов. Для исключения резких изменений режима работы кондиционера кратковременная погрешность поддержания температуры в боксе должна быть не хуже ±2 °С.

Чтобы лучше уяснить принцип поддержания теплового режима, обратимся сначала к одному из возможных вариантов конструкции термостата, разработанных автором. Он представляет собой бокс из сэндвич-панелей с односкатной крышей. Панели толщиной 40...80 мм закреплены на сварном каркасе из металлического уголка. Наполнитель — пенопласт или минеральная вата. Конструкция предназначена для размещения трёх конденсаторных блоков общей производительностью до 120 кВт и охлаждающего осевого вентилятора (с выбросом тёплой воздушной струи вверх).

Внутренняя часть бокса разделена на два горизонтальных отсека, расположенных один над другим, — основной отсек для размещения блоков и своего рода "чердак". Перегородка расположена на высоте верхнего края блока-конденсатора. Поскольку забор воздуха происходит с трёх боковых поверхностей блока, она предотвращает прямое попадание нагретого воздуха в основной отсек и неконтролируемое перемешивание воздушных потоков. По внутреннему периметру бокса между рабочими поверхностями конденсаторов и стенами предусмотрены технологические зазоры, а между передними панелями блоков и передней стеной — сервисный проход, обеспечивающий доступ персонала.

На передней стене бокса расположен сервисный люк для доступа персонала внутрь. Дверца люка открывается наружу. Для кондиционеров сравнительно небольшой мощности сервисный люк не делают, а доступ к блокам обеспечивают, снимая панели. В тёплое время года для обеспечения лучших условий теплообмена целесообразно снимать с каркаса заднюю панель.

В боксе, для которого предназначена система, температурный режим регулируют с помощью трёх групп воздушных клапанов. На передней стене бокса в верхнем и основном его отсеках размещены соответственно первая и третья группы, а вторая — на горизонтальной перегородке над сервисным проходом. Первой и третьей группами управляют синхронно, а второй — в "противофазе" с ними. При этом существуют два предельных состояния системы клапанов.

В первом состоянии клапаны групп 1 и 3 полностью открыты, а группы 2 — закрыты. Воздух полностью поступает извне и выбрасывается наружу, перетока между отсеками нет. В этом случае обеспечивается наилучшее охлаждение блоков. Во втором состоянии клапаны групп 1 и 3 полностью закрыты, а группы 2 — открыты. Воздух циркулирует внутри бокса без притока извне. Обеспечено максимальное сохранение тепла. В промежуточных положениях клапанов происходят частичные забор, выброс и переток воздуха, что и позволяет осуществить регулирование температурного режима.

На практике следует предусмотреть в боковых и задней стенах бокса ручные регулируемые клапаны либо просто вентиляционные отверстия общей площадью 10...15 % общей рабочей площади окон главных клапанов. Последняя должна быть рассчитана специалистом-проектировщиком вентиляционных систем исходя из параметров используемых конденсаторных блоков и обеспечивать свободное прохождение требуемого объёма воздуха с равномерным распределением по боксу и максимальной скоростью выброса.

Существуют два типа сервоприводов для воздушных клапанов — с зависимостью положения заслонки от приложенного напряжения и от продолжительности его подачи. Хотя приводами первого типа проще и удобнее управлять, приводы второго типа дешевле и доступнее для пользователя. Поэтому система разработана именно в расчёте на использование сервоприводов с управлением по времени работы привода без возвратной пружины, хотя это и потребовало некоторого усложнения алгоритма. С другой стороны, применение таких приводов, защищённых от перегрузок и не требующих наличия

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 8, 2016

датчиков концевых положений, позволяет упростить алгоритм управления.

В особо тяжёлых температурных условиях (ниже –20 °С) собственного тепла конденсаторных блоков может оказаться недостаточно для обогрева бокса. На этот случай предусмотрена возможность включения дополнительных электрических обогревателей. Обогреватели закрепляют на задней стене бокса так, чтобы исключить попадание их инфракрасного излучения на конденсаторы. Мощность и необходимое число нагревателей должны быть рассчитаны в соответствии с мощностью оборудования, конструктивными особенностями бокса и условиями окружающей среды. Если внешняя температура не понижается до –20 °С, дополнительные обогреватели, как правило, не требуются, независимо от мощности внешнего блока.

Схема блока управления положением заслонок клапанов изображена на **рис. 1**. Он собран на широко распространённом микроконтроллере ATmega8A-PN (DD1). Принцип регулирования — дискретный, в зависимости от температуры внутри бокса: ниже –5 °С, –5...0 °С, 0...+5 °С, выше +5 °С.

Блок способен работать в автоматическом и ручном режимах. При этом, работая в автоматическом режиме, он может находиться в двух состояниях: дежурном и активном. Это зависит от того, превышает ли внешняя температура заданное пороговое значение. Если нет, устройство находится в состоянии активного регулирования.

Для большинства систем оптимален порог +5 °С. Это объясняется тем, что при перепаде температуры более 15 °С производительность (тепловая мощность) кондиционера начинает уменьшаться. Это значение можно уточнить по графикам производительности применяемого оборудования. Однако указанное выше эмпирическое значение гарантированно может быть использовано на практике, в том числе в системах, изначально не предназначенных для технологического охлаждения.

Регулятор снабжён органами управления и индикации. К первым относятся кнопки ручного управления клапанами SB1 "Открыть" и SB2 "Закрыть", перехода в автоматический режим SB3 "Авто" и установки системы в исходное состояние SB4. Светодиоды служат для сигнализации о внешней температуре ниже +5 °С (HL1), интервале внутренней температуры (HL2 — ">+5 °С", HL3 — "0...+5 °С", HL4 — "–5...0 °С, HL5 — <–5 °С). Светодиод HL6 изменяет цвет свечения в соответствии с **табл. 1**. Светодиод HL7 подаёт сигнал аварии. В качестве внешнего и внутреннего термодатчиков применены терморезисторы, соответственно RK1 и RK2. Напряжение на них измеряет встроенный АЦП микроконтроллера.

Программа микроконтроллера написана на языке С в среде Code Vision AVR v2.03.4. Для запуска периодических измерений использован 16-разрядный таймер микроконтроллера. Он генерирует запросы прерываний с периодом 16,75 с. Обработчик прерываний подсчитывает их число и примерно через каждые 5 мин (301,5 с) запускает АЦП. Измерение внешней и внутренней температуры производится поочерёдно, поэтому интервал времени между двумя последовательными измерениями каждой величины — около 10 мин. Поочерёдное переключение входов АЦП происходит в обработчике завершения преобразования.

Алгоритм работы устройства состоит из двух этапов. На первом этапе в течение первых 150 с (длительность процесса полного открывания или закрывания применённых клапанов) происходит полное открывание клапанов групп 1 и 3 и соответственно полное закрывание клапанов группы 2 (далее для краткости это называется просто полным открыванием). При этом вспыхивает и гаснет светодиод HL3. Затем отключается питание клапанов и включается индикация автоматического режима — светодиод HL6 светится зелёным. Светодиод HL1 выключен.

На 10 мин, пока идёт измерение температуры, включаются все светодиоды HL2—HL5. По окончании измерения остаётся включённым тот, который соответствует внутренней температуре.

На втором этапе при внешней температуре выше +5 °С устройство находится в дежурном состоянии с полностью открытыми клапанами. При температуре ниже +5 °С клапаны закрываются на 50 %. Далее, после каждого цикла измерений, положение клапанов изменяется с шагом 25 % в зависимости от температуры внутри бокса.

Таблица 1

Режим	Цвет свечения HL6
Автоматический (дежурный)	Зелёный
Активное регулирование	Мигающий жёлтый
Завершение регулирования или ручной	Красный

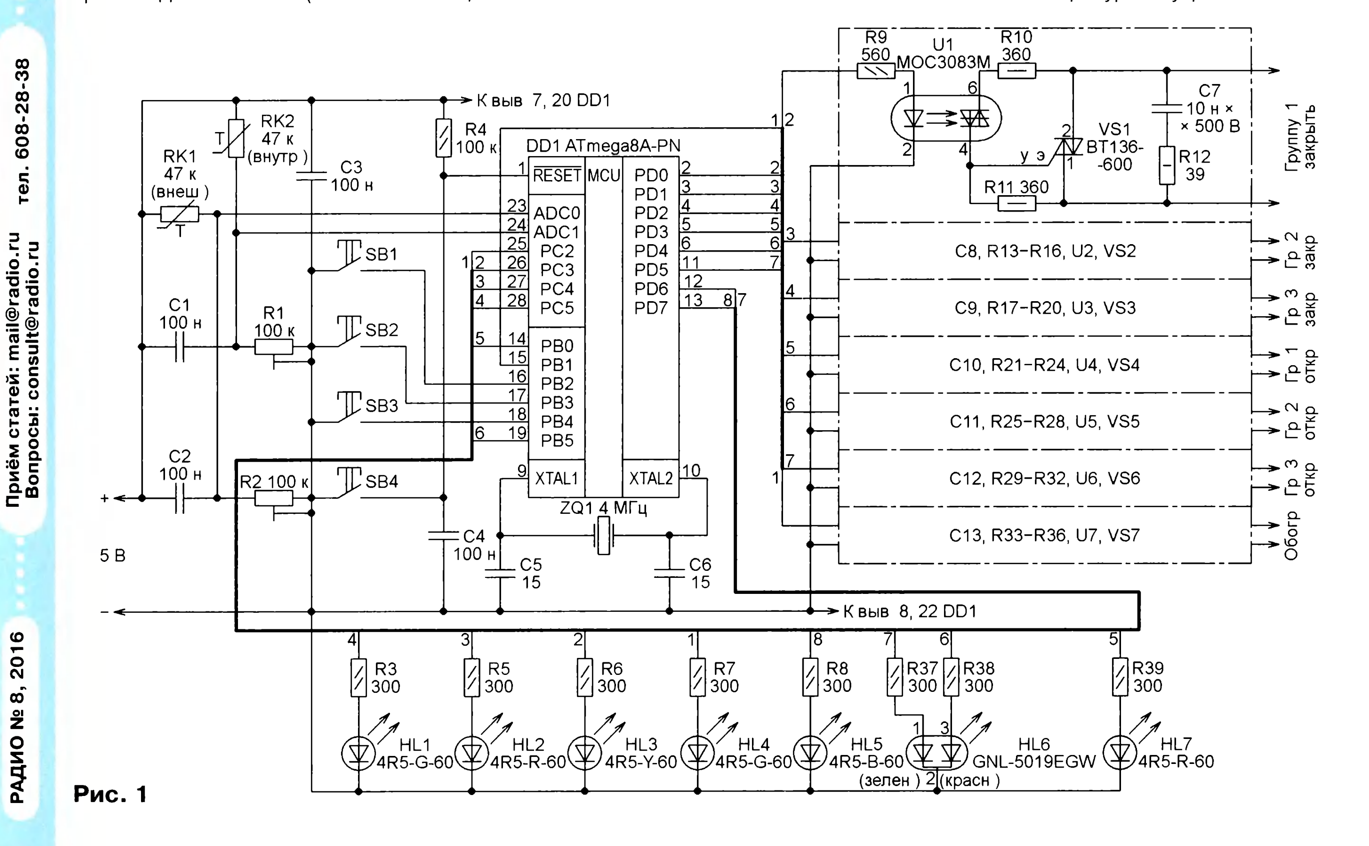


Рис. 1

На случай отсутствия в боксе дополнительных пассивных клапанов с ручным регулированием и во избежание резкого повышения температуры в программе предусмотрено неполное, приблизительно на 85 %, максимальное закрытие клапанов групп 1 и 3. Степень их закрытия задана в программе значением константы d2.

При внешней температуре выше +5 °C вновь происходит переход в дежурное состояние с полным открыванием клапанов. На время активного регулирования (изменения положения заслонок) в автоматическом режиме во избежание нарушения процесса запрещены все прерывания.

Для перехода в ручной режим следует кратковременно нажать на кнопку SB1 или SB2. Пока одна из этих кнопок нажата, заслонки групп 1 и 3 перемещаются в указанном направлении от текущего положения, а заслонки группы 2 — в противоположном. После отпускания кнопки ручной режим сохраняется и допускаются повторные нажатия. Одновременное нажатие этих кнопок не обрабатывается.

Для обратного перехода в автоматический режим требуется нажать на кнопку SB3. Если устройство уже находится в автоматическом режиме, это нажатие не даст эффекта. После переключения в автоматический режим происходит принудительное открывание клапанов в течение 150 с, затем питание клапанов выключается.

Для перезапуска системы управления служит кнопка SB4. Её действие аналогично выключению и повторной подаче питания.

В устройстве предусмотрены специальные режимы, используемые в процессе налаживания и эксплуатации:

1. Принудительный переход в активное состояние после включения при внешней температуре выше +5 °C:

— нажмите на кнопку SB4, затем, удерживая её, нажмите одновременно на кнопки SB1 и SB2;

— отпустите кнопку SB4 и в течение не более двух секунд после этого отпустите кнопки SB1 и SB2.

После этого будет включена индикация автоматического режима и понижения внешней температуры. Начнётся измерение внутренней температуры, сопровождаемое включением всех светодиодов. Внешняя температура не измеряется. По окончании измерения останется включённым один из светодиодов HL2—HL5, соответствующий результату измерения, и будет установлен режим активного автоматического регулирования. Принудительного открывания клапанов не происходит. Возврат в нормальный режим возможен только с помощью кнопки SB4.

2. Пропуск принудительного открывания клапанов после нормального включения:

— нажмите на кнопку SB4, затем, удерживая её, нажмите на кнопку SB2;

— отпустите кнопку SB4 и в течение не более двух секунд отпустите кнопку SB2.

Если комбинация кнопок SB2 и SB4 случайно удерживалась более двух секунд, то после их отпускания установится ручной режим, о чём сигнализирует красное свечение светодиода HL6. Для выхода из режима пропуска следует перезапустить устройство либо включить автоматический режим нажатием на кнопку SB3 по окончании измерения температуры, когда останется включённым только один из светодиодов HL2—HL5.

Электрический обогреватель, в зависимости от расчётной мощности, можно подключать как непосредственно к симистору VS7 в качестве нагрузки, так и через промежуточное реле или контактор. Во втором случае номинал резистора R36 следует увеличить до 360 Ом. Сервоприводы подключают по штатной трёхпроводной схеме [2], которая не требует пояснений.

Питают устройство от источника стабилизированного напряжения 5 В, собранного по традиционной схеме на интегральном стабилизаторе 7805.

В качестве RK1 и RK2 применены терморезисторы КМТ-4. Они заключены в металлические капсулы и герметизированы, поэтому могут быть использованы в условиях любой влажности. Вместо них можно установить терморезисторы ММТ-4, но в этом случае придётся провести их градуировку, по результатам которой изменить в программе значения констант t1—t3.

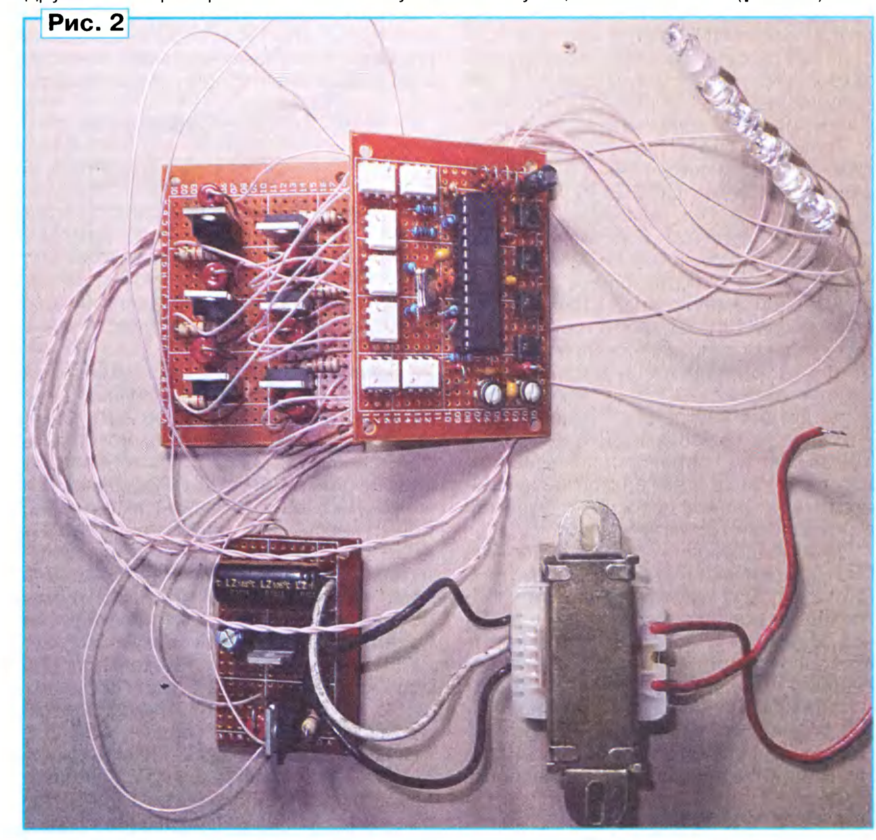
Подстроечные резисторы — СП5-16ВА или аналогичные, постоянные резисторы — С2-33Н или МЛТ соответствующей мощности. Конденсаторы С7—С13 — К10-47 группы Н30 на напряжение 500 В, остальные — керамические малогабаритные, например, К10-73-1б, К10-17в. Светодиоды серии 4R5 можно заменить другими сверхъяркими соответствующего цвета свечения в корпусах диаметром 5 мм.

Оптроны MOC3083M [3] использованы благодаря наличию в них детектора нуля приложенного напряжения и малому току управления. Это позволило избежать помех при коммутации силовых цепей и снизить суммарный ток через порты B и D микроконтроллера DD1, который не должен превышать 200 мА. Минимальное рекомендуемое значение управляющего тока для оптронов MOC3083M — 5 мА. Возможна замена на MOC3082M или MOC3081M с увеличением тока соответственно до 10 мА и 15 мА, уменьшив для этого сопротивление резисторов, включённых последовательно с излучающими диодами оптронов. При токе управления 10...15 мА можно использовать также оптроны MOC306X-M и MOC316X-M. Допустимо применение симисторов BT136, BTA136 (максимальный ток нагрузки — 4 А), BT139, BTA139 (16 А), BT140, BTA140 (25 А) на 600 или 800 В.

Использованы воздушные клапаны VENTS РРВА 1000×500 [4] с сервоприводами Belimo NM230A [2]. Наличие концевых датчиков не требуется. Эти сервоприводы могут быть использованы с другими клапанами серии VENTS РРВА, а также с КВУ 600×1000, КВУ 1000×1000 [5].

Возможно параллельное подключение нескольких сервоприводов на один канал с учётом запаса симистора по мощности, которого хватит на сотню приводов даже при использовании симисторов BT136.

Конструктивно блок управления выполнен на трёх платах: управления, коммутации и питания (**рис. 2**). На


Рис. 2

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 8, 2016

плате управления расположены микроконтроллер с сопутствующими слаботочными элементами, кнопки и оптроны. Симисторы размещены на плате коммутации. Использованы стандартные перфорированные монтажные платы размерами 70×50 мм (для блока питания — 50×35 мм) с шагом перфорации 2,54 мм. Способ монтажа — навесной с фиксацией термоклеем. Ввиду простоты устройства печатный монтаж не использовался.

ния этого достаточно. Проверку производят при температуре +5 °С. Подстроечными резисторами R1 и R2 при подключённых терморезисторах устанавливают на входах ADC0 и ADC1 микроконтроллера напряжение соответственно +1,43 В и +2,5 В. При использовании других терморезисторов потребуется опытным путём определить оптимальные значения констант t1—t3 и, возможно, изменить номиналы подстроечных резисторов.

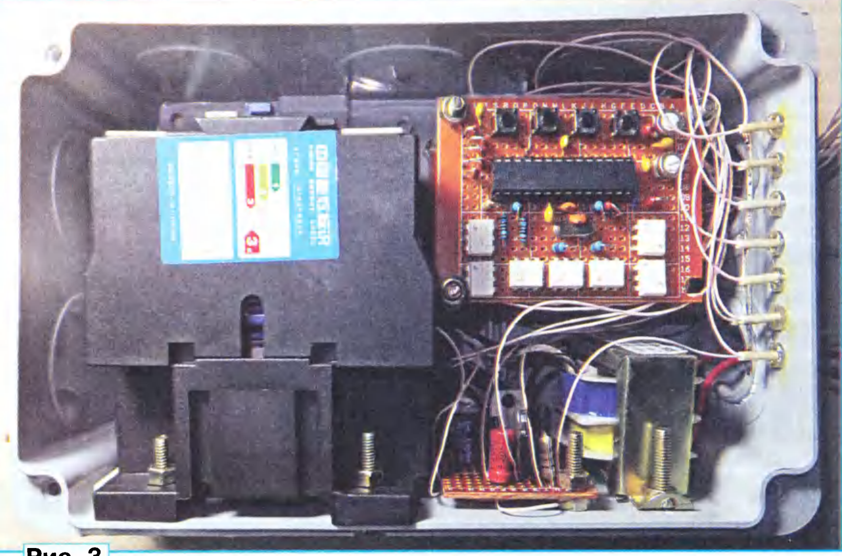


Рис. 3

Блок собран в пластмассовом корпусе исполнения IP65 с внутренними размерами 110×205×82 мм. На **рис. 3** показано взаимное расположение плат и других элементов внутри корпуса. Собранные в одну линейку светодиоды закреплены на корпусе. Отдельно в нём закреплены трансформатор питания и контактор управления нагревателем.

Терморезисторы вынесены за пределы корпуса и соединены с блоком управления кабелем ШВВП 2×0,75 в двойной изоляции. Они помещены в пластмассовые корпусы исполнения IP65 подходящих размеров, закреплённые в соответствии с назначением датчиков на внешней и внутренней стенах бокса. Рекомендуется размещать терморезисторы на возможно меньшем расстоянии от блока управления и использовать кабели длиной не более метра. При этом датчик внутренней температуры рекомендуется размещать примерно на 100 мм ниже перегородки главного отсека бокса (в зоне низкой интенсивности воздушных потоков и большей стабильности температуры).

Для обеспечения удобного доступа блок закрепляют на внутренней стене бокса рядом с сервисным люком. Обогреватели подключают кабелем в двойной изоляции с проводами соответствующего передаваемой мощности сечения.

При налаживании блока температурные режимы проверяют с помощью термопары мультиметра D838 или аналогичного. Хотя абсолютная погрешность измерения в этом случае может достигать ±1 °С, для практического примене-

В зависимости от типа применяемых сервоприводов может потребоваться корректировка управляющих временных интервалов изменением значения константы dmax. При этом необходимо следить, чтобы значение переменной dd в ходе выполнения программы никогда

Таблица 2

Разряд	Значение
CKOPT	1
CKSEL[3:0]	1111
SUT[1:0]	10
BODEN	1
WDE	1
RSTDISBL	0

не превышало 32768 — максимального значения, которое может быть передано функции delay() в качестве аргумента. Это означает, что в системе могут быть применены приводы с длительностью хода не более 196 с. При необходимости можно, конечно, вызывать функцию delay() несколько раз подряд, но на практике с этим вряд ли придётся столкнуться. Естественно, после внесения изменений в исходный текст программы её нужно заново откомпилировать и перепрограммировать микроконтроллер. Конфигурация микроконтроллера должна соответствовать **табл. 2**.

Пользуясь данными, приведёнными в этой статье, можно создать модификацию термостата для системы технологического охлаждения на основе кондиционера практически любого типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Котзаогланиан П.** Пособие для ремонтника. Практическое руководство по ремонту холодильных установок с конденсаторами воздушного охлаждения. Пер. с франц. — М.: Издательство Московского Университета, ЗАО "ОСТРОВ", 1999 г.

2. Техническое описание NM230A, NM230A-S. — URL: **http://belimo.ru/upload/iblock/447/nm230a_nm230a_s.pdf** (18.04.16).

3. MOC3081M, MOC3082M, MOC3083M 6-Pin DIP Zero-Cross Triac Driver Optocoupler. — URL: **https://www.fairchildsemi.com/datasheets/MO/MOC3083M.pdf** (18.04.16).

4. Регуляторы расхода воздуха ВЕНТС РРВА 1000x500. — URL: **http://vents-rus.ru/product/rrva_1000h500** (18.04.16).

5. Клапан воздушный утеплённый (КВУ). — URL: **http://ventmontazh.ru/klapan_kvu** (18.04.16).

***От редакции.** Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/08/termobox.zip** на нашем FTP-сервере.*

РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 8, 2016

"Водяная" мигалка

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

"Водоплавающую" игрушку можно сделать более интересной, если при опускании её в воду она будет изнутри подсвечиваться разноцветными вспышками света. Для этого её надо снабдить мигалкой, описание которой приводится в этой статье. Сделать мигалку с малыми затратами можно, если в качестве её основы применить светодиодный газонный светильник. Типичный состав такого светильника: солнечная батарея, аккумулятор и повышающий преобразователь напряжения для питания светодиода. Очень часто преобразователь построен на основе микросхемы YX8018.

Наиболее подходящим оказался малогабаритный светильник в корпусе в виде шестигранной призмы (**рис. 1**). Его особенность — применение малогабаритного Ni-MH дискового аккумулятора ёмкостью 40 мА·ч. Размеры платы (**рис. 2**), на которой размещены все элементы, кроме солнечной батареи, — 15×30 мм, что позволяет встроить её в корпус небольшого размера.

Схема доработанного преобразователя напряжения показана на **рис. 3**. Проволочные выводы солнечной батареи отпаивают, затем выпаивают движковый выключатель питания. При необходимости плату укорачивают, обрезав её по красной линии (см. рис. 2). Плюсовой контакт держателя аккумулятора соединяют с выводом 4 микросхемы. Штатный светодиод удаляют, а для увеличения выходной мощности преобразователя штатный дроссель заменяют самодельным. Он намотан проводом ПЭВ-2 0,4 (10 витков) на кольцевом ферритовом магнитопроводе диаметром 6...9 мм от трансформатора электронного балласта компактной люминесцентной лампы. Выходные импульсы преобразователя выпрямляет диод VD2, а пульсации выпрямленного напряжения сглаживает конденсатор С1. Напряжение на конденсаторе С1 питает мигающий двухцветный светодиод HL1.

В устройстве применена одна из особенностей микросхемы YX8018 — наличие входа управления СЕ (вывод 3), с помощью которого можно включать и выключать преобразователь. Эксперимент показал, что если этот вход никуда не подключён, на нём присутствует напряжение, близкое к напряжению питания, которое поступает через какой-то встроенный элемент. В таком состоянии преобразователь включён. Но если между этим выводом и минусовой линией питания установить резистор сопротивлением 150...200 кОм и менее, напряжение на входе СЕ станет меньше порогового и преобразователь выключится, а значит, светодиод перестанет мигать. Для плавной установки чувствительности установлен подстроечный резистор R1.

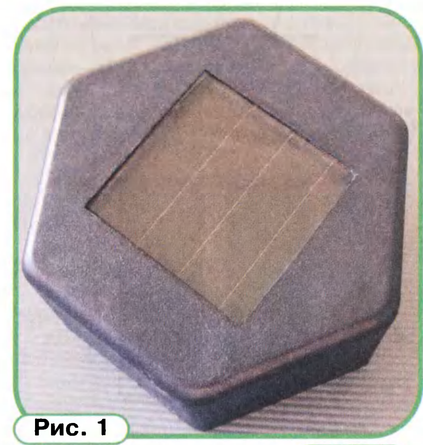


Рис. 1

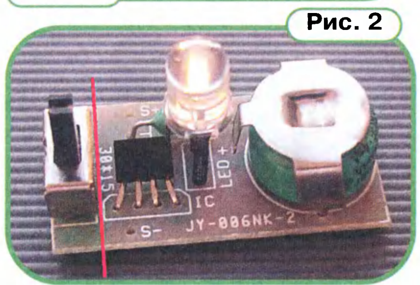


Рис. 2

Чувствительным элементом, который реагирует на водную среду, является сенсорный элемент Е1. В "сухом" состоянии сопротивление между его контактами велико и напряжения на резисторе R1 недостаточно для включения преобразователя. После попадания в воду это сопротивление уменьшается и преобразователь включается — светодиод HL1 мигает.

Устройство потребует герметизации, и после неё доступ к аккумулятору будет невозможен, но его необходимо периодически заряжать. Сделать это можно через контакты датчика Е1, подобно тому как заряжается аккумулятор от солнечной батареи светильника. Минусовый вывод зарядного устройства (ЗУ) подключают к контакту 2 датчика Е1, плюсовой — к контакту 1. В этом случае ток зарядки протекает через встроенный в микросхему между входом СЕ и минусовым выводом питания

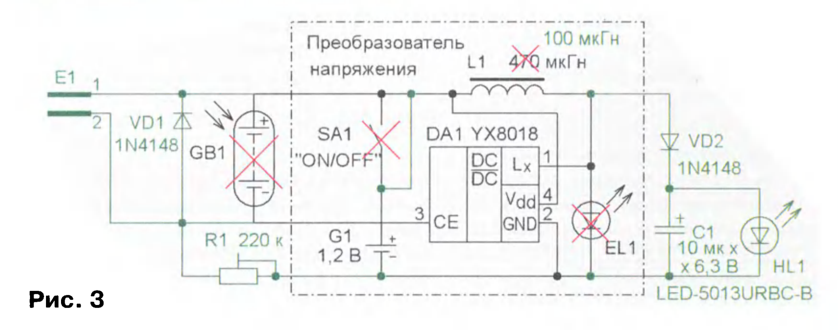


Рис. 3

диод (катодом — ко входу СЕ). Диод VD1 защищает микросхему от неправильной полярности при подключении зарядного устройства.

Рекомендуемый режим зарядки применённого аккумулятора указан на его корпусе: ток — 4 мА, время — 14 ч. Поэтому самый простой вариант зарядки — применение стабилизированного источника питания ($U_п$), например, ЗУ сотового телефона с выходным напряжением 5 В, которое подключают к контактам датчика E1 через токоограничивающий резистор R1 и светодиод (**рис. 4**). Поскольку на заряженном аккумуляторе (1,4...1,42 В) и последовательно включенном встроенном

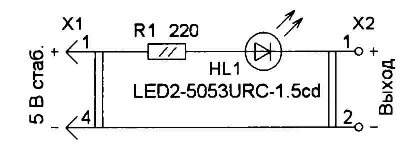


Рис. 4

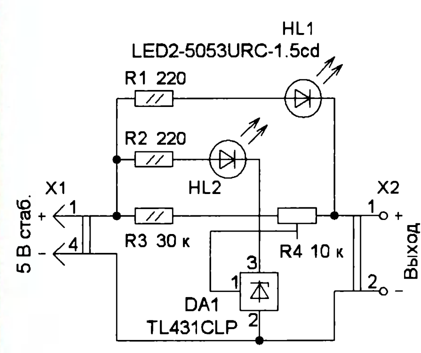


Рис. 5 HL2 LED2-5053PGC-1.2cd



Рис. 6

диоде (0,6...0,7 В) будет суммарное напряжение U_c = 2...2,1 В, сопротивление этого резистора определяют по формуле $R1 = (U_п - U_c - U_{HL1})/4$, где $U_п$, U_c и U_{HL1} (напряжение на светодиоде) — в вольтах, R1 — в килоомах. Светодиод должен быть красного цвета свечения, и он индицирует протекание зарядного тока, но не степень зарядки аккумулятора, поэтому её надо проводить по времени.

Поскольку это время может быть разным в зависимости от степени разрядки аккумулятора, ЗУ можно усложнить, дополнив его индикатором окончания зарядки (**рис. 5**) на микросхеме DA1 и светодиоде HL2. В процессе зарядки будет постоянно включён светодиод HL1, а по её окончании дополнительно включится светодиод HL2.

Схему ЗУ можно упростить, исключив резистор R2, светодиод HL2 и соединив вывод 3 микросхемы с катодом светодиода HL1. В этом случае после достижения номинального напряжения на аккумуляторе ток через микросхему увеличится, а зарядный ток уменьшится. При этом уменьшится яркость светодиода HL1. В этом варианте труднее определить момент окончания зарядки, но перезарядка исключена.

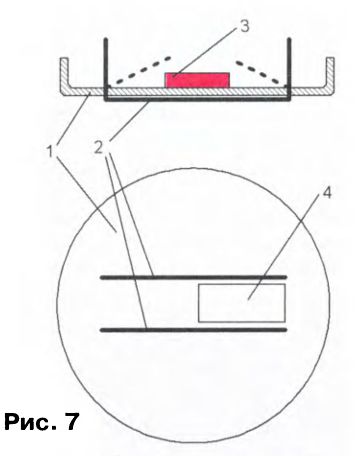


Рис. 7

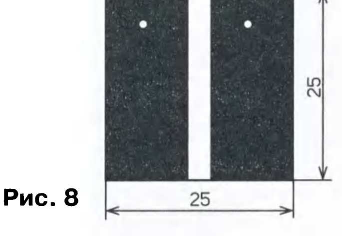
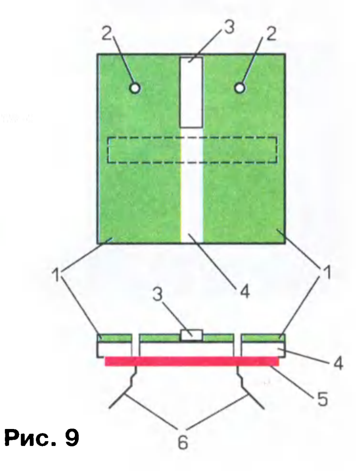


Рис. 8



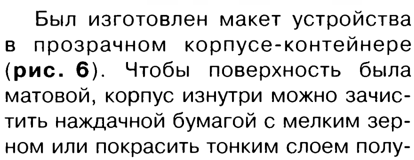


Рис. 9

Был изготовлен макет устройства в прозрачном корпусе-контейнере (**рис. 6**). Чтобы поверхность была матовой, корпус изнутри можно зачистить наждачной бумагой с мелким зерном или покрасить тонким слоем полупрозрачной белой краски из баллончика. Матовая поверхность лучше рассеивает свет. Датчик размещён на пластмассовой непрозрачной крышке корпуса. Конструкцию датчика дополнительно поясняет **рис. 7**. Контакты 2 изготовлены из металлических никелированных канцелярских скрепок, чтобы в воде не окислялись. Они вставлены через отверстия в крышке 1. Предварительно к ним аккуратно и с теплоотводом, чтобы не расплавилась крышка, припаивают гибкие монтажные провода. Затем приклеивают ферритовый прямоугольный магнит 3, выводы контактов 2 слегка загибают, чтобы они не соприкасались с магнитом (он может



Рис. 10



Рис. 11

иметь некоторую проводимость). Магнит нужен для того, чтобы мигалка надёжно фиксировалась на специальной площадке ЗУ, кроме того, он используется как балласт. Габаритные размеры магнита — 2×5×15 мм, он извлечён из линейного двигателя запоминающего устройства ZIP. Магнит легко ломается, поэтому нетрудно сделать отрезок подходящего размера. Затем магнит и контакты покрывают слоем силиконового герметика. Надо подождать день-другой,

чтобы герметик полностью высох. В жидком состоянии он может проводить ток, поэтому мигалка может включиться.

Основа контактной площадки ЗУ — плата (**рис. 8**) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Конструкцию площадки поясняет **рис. 9**. Корпус светильника тоже пригодился — из него сделан корпус ЗУ. Для этого солнечную батарею удаляют, надеюсь, что радиолюбители найдут применение и для неё. Взамен неё устанавливают плату 4, к её металлизированным и облуженным контактным площадкам 1 через отверстия 2 припаяны гибкие монтажные провода 6. Для надёжной фиксации мигалки на ЗУ с нижней стороны платы приклеен магнит 5, он должен быть расположен так, чтобы притягивался к магниту, установленному в мигалке.

Чтобы не перепутать полярность зарядного тока, между контактами площадки зарядного устройства и между контактами сенсорного датчика (с помощью водостойкого клея) приклеены отрезки текстолита размерами примерно 0,5×4×7 мм (позиция 3 на рис. 9 и позиция 4 на рис. 7). Мигалку размещают на контактной площадке ЗУ так, чтобы отрезки текстолита были на одном уровне. Внешний вид ЗУ показан на **рис. 10**, а расположение на нём мигалки — на **рис. 11**.

В мигалке применён малогабаритный оксидный конденсатор, диоды могут быть любые маломощные импульсные. Мигающие светодиоды — любые двухцветные или трёхцветные (например, LED2-5013RGBC-B) с номинальным напряжением питания 3...5 В. При разрядке аккумулятора сначала перестанет вспыхивать светодиод синего цвета.

Все элементы установлены на плате с помощью навесного монтажа. После проверки и налаживания устройства всю плату (вместе с аккумулятором и светодиодом) с целью герметизации покрывают тонким слоем прозрачного силиконового герметика. Все узлы мигалки соединяют, и после проверки её собирают, смазывая герметиком стык между корпусом и крышкой.

Ток, потребляемый устройством от аккумулятора в дежурном режиме, не превышает нескольких десятков микроампер. При включении преобразователя он увеличивается до нескольких десятков миллиампер. При использовании ЗУ, схема которого показана на рис. 5, на её корпусе и на мигалке нет необходимости устанавливать отрезки текстолита. При подключении ЗУ к источнику питания будет включён светодиод HL2, а HL1 будет светиться очень слабо. Если мигалку установить на ЗУ при разряженном аккумуляторе, светодиод HL2 погаснет, а HL1 станет светить с максимальной яркостью. При неправильной установке на ЗУ светодиод в мигалке станет вспыхивать.

В ЗУ применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный — СП3-19, светодиод HL1 — любой маломощный красного цвета свечения, HL2 — зелёного цвета. Для светодиодов в корпусе делают отверстия. Монтаж ведут навесным методом, используя выводы светодиодов как опорные точки. Налаживание ЗУ проводят до герметизации устройства. Полностью заряженный аккумулятор устанавливают в держатель и подключают ЗУ. Движок подстроечного резистора сначала устанавливают в крайнее правое по схеме положение и затем, плавно его вращая, добиваются включения светодиода HL2.

Устройство контроля работы вентилятора

Д. ДЕРР, г. Тройсдорф, Германия

Иногда в различной радиоэлектронной аппаратуре появляется необходимость контроля работы низковольтных вентиляторов. Так, в моей практике потребовалось контролировать исправность работы охлаждающих вентиляторов в DLP-проекторах, незамеченный вовремя выход из строя которых мог бы привести к необратимым последствиям. В результате было разработано несложное устройство, предупреждающее о выходе из строя или остановке одного из них прежде, чем повысится температура охлаждаемого модуля.

С помощью устройства (**рис. 1**) можно контролировать исправность стандартных 12-ти и 24-вольтовых вентиляторов (кулеров), а также маломощных коллекторных электродвигателей постоянного тока. Особенность устройства в том, что сигнал снимается с датчика, которым служит самовосстанавливающийся предохранитель F1. В нормальной ситуации сопротивление предохранителя мало, поэтому падение напряжения на нём невелико. При работе как вентиляторов с электронным драйвером, так и коллекторных электродвигателей постоянного тока в цепи их питания протекают короткие импульсы тока. Во время этих импульсов на самовосстанавливающемся предохранителе F1 возникают импульсы напряжения, которые через конденсатор C1 поступают на базу транзистора VT1. За счёт этого конденсатора на базе транзистора формируются разнополярные импульсы.

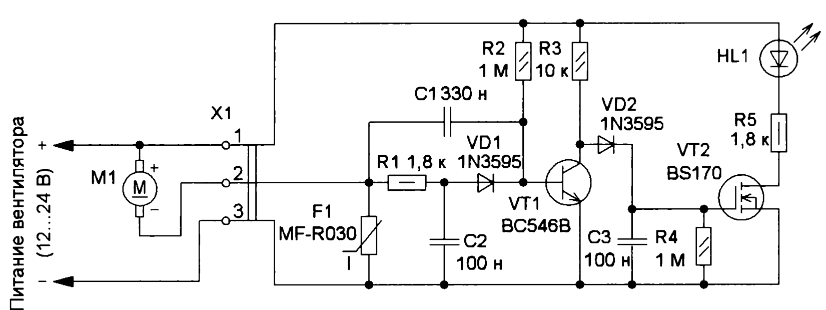
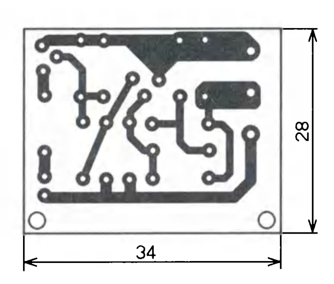


Рис. 1

Режим работы этого транзистора с помощью резистора R2 подобран так, чтобы напряжение на его коллекторе было около 1 В, поэтому конденсатор C3 заряжается через диод VD2 до напряжения в доли вольта, транзистор VT2 остаётся закрытым и светодиод HL1 погашен. Транзистор VT1 в насыщение не входит и остаётся в активном состоянии. Когда электродвигатель M1 работает, импульсами минусовой полярности транзистор VT1 кратковременно закрывается, и в этот момент на его коллекторе появляется напряжение питания, а конденсатор C3 через диод VD2 заряжается до напряжения несколько вольт. В результате транзистор VT2 открывается и светодиод включается. За время между импульсами конденсатор C3 не успевает разрядиться через резистор R4, транзистор VT2 остаётся открытым и светодиод светит постоянно, сигнализируя об исправности электродвигателя. Диод VD2 препятствует разрядке конденсатора C3 через транзистор VT1, когда он находится в открытом состоянии.

При обрыве в цепи питания вентилятора или его механической остановке



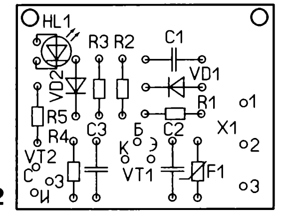


Рис. 2

импульсы на базу транзистора VT1 не поступают, конденсатор С3 разряжается через резистор R4. В результате транзистор VT2 закрывается и светодиод гаснет, сигнализируя о неисправности. То же самое происходит при коротком замыкании в цепи питания вентилятора. В этом случае срабатывает предохранитель F1, его сопротивление резко возрастает, и на резистор R1 поступает практически всё напряжение питания. Транзистор VT1 переходит в состояние насыщения, и конденсатор



Рис. 3

С3 не заряжается. Поэтому транзистор VT2 будет закрыт и светодиод погашен до тех пор, пока не устранена неисправность. Конденсатор С2 подавляет помехи, поступающие в этом случае из плюсовой линии питания.

Все детали размещены на односторонней печатной плате, чертёж которой показан на **рис. 2**. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**. Применены постоянные резисторы — С2-23, Р1-4, конденсаторы — малогабаритные керамические или плёночные. Транзистор BC546B можно заменить отечественными транзисторами КТ3102АМ, КТ3102БМ, замена транзистора BS170 — 2N7000, BS107 или КП501А (у последнего другая цоколёвка). Диоды — любые маломощные выпрямительные или импульсные, светодиод — маломощный любого цвета свечения с диаметром корпуса 3...5 мм и допустимым током 20 мА. Можно применить самовосстанавливающиеся предохранители серий MF-R, RXE RUE, TR. Ток срабатывания предохранителя должен быть в 1,5...2 раза больше номинального тока вентилятора. В заключение следует отметить, что устройство было испытано в интервале температур от −20 до +60 °С и работает безотказно уже более десяти лет.

Таймер на D-триггере

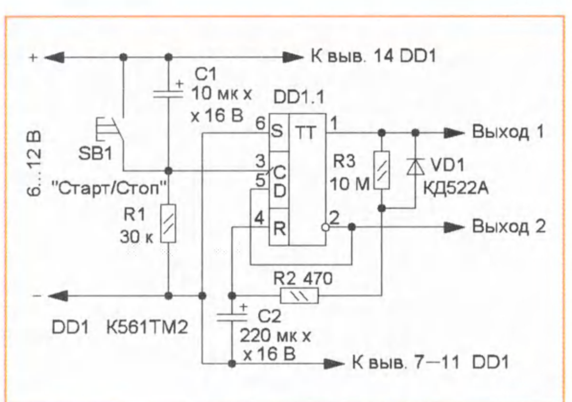
Е. ГЕРАСИМОВ, станица Выселки Краснодарского края

Для питания многих радиолюбительских конструкций используются автономные источники питания, например аккумуляторы. Во избежание бесполезной разрядки источника необходимо вовремя выключать питание устройства. Однако иногда об этом забывают, поэтому в некоторых случаях имеет смысл дополнить конструкцию таймером, который отключит питание устройства, если владелец об этом забыл.

Если требуемое время работы устройства не превышает 10...15 мин, вполне подойдёт несложный таймер, описание которого представлено ниже. Им управляют одной кнопкой, а для его изготовления понадобится всего одна микросхема. Схема таймера показана на **рисунке**. Он собран по несколько изменённой схеме формирователя импульсов на D-триггере, описание которого приведено в статье **Алексеева С.** Формирователи и генераторы на микросхемах структуры КМОП. — Радио, 1985, № 8, с. 31—35.

В исходном состоянии на входе С D-триггера (вывод 3) и на его прямом выходе (вывод 1, Выход 1) присутствует низкий логический уровень. Времязадающий конденсатор С2 разряжен. В этом режиме потребляемый устройством ток не превышает нескольких микроампер.

При кратковременном нажатии на кнопку SB1 D-триггер переключается в единичное состояние на прямом выходе и начинается зарядка конденсатора С2 через резисторы R2 и R3. Конденсатор С1 устраняет влияние дребезга



контактов кнопки. Когда конденсатор С2 зарядится до напряжения, соответствующего высокому логическому уровню, D-триггер обнулится и устройство вернётся в исходное состояние. При этом конденсатор С2 быстро разрядится через токоограничивающий резистор R2 и диод VD1. При указанных на схеме номиналах элементов R3 и С2 время выдержки таймера — около 10 мин. Выключить таймер раньше этого времени можно повторным нажатием на кнопку SB1.

С помощью этого таймера лучше всего управлять ключом на полевом транзисторе. При этом можно использовать сигнал как с прямого, так и с инверсного выхода триггера. В зависимости от тока, потребляемого нагрузкой, для её коммутации питания можно применить мощный (IRF540, IRF640, IRFS34, IRFZ44 и аналогичные) или маломощный (серии КП505, BS170, 2N7000, 2N7002) полевой переключательный транзистор с изолированным затвором и каналом n-типа (или p-типа). Транзистор с n-каналом подключают следующим образом. Исток — к минусу источника питания, затвор — к выводу 1 микросхемы DD1, сток — к минусовой линии питания нагрузки. Плюс источника питания подключают к плюсовой линии питания нагрузки.

Применены импортные оксидные конденсаторы, причём С2 желательно использовать танталовый и, возможно, на большее номинальное напряжение, в этом случае ток утечки будет меньше, а время выдержки — стабильнее. Резисторы — МЛТ, С2-23, резистор R3 можно составить из нескольких, соединённых последовательно. Кнопка — любая малогабаритная с самовозвратом. При напряжении питания 9 В можно применить микросхему К176ТМ2, при напряжении 3...6 В — микросхему 74НС74. В последнем случае для коммутации надо применить полевой транзистор с малым напряжением открывания, например, серии IRL2505.

Arduino. Операции цифрового ввода—вывода

Д. ЛЕКОМЦЕВ, г. Орёл

Загрузив среду разработки Arduino IDE, можно увидеть, что в выведенной в открывшемся окне заготовке будущей программы присутствуют две функции: setup() и loop(). С функции setup() начинается работа любой программы. Она выполняет её один раз сразу после подачи питания на плату, а также каждый раз после нажатия на имеющуюся на плате кнопку RESET, устанавливающую микроконтроллер в исходное состояние. Внутри этой функции задают режимы работы портов, инициализируют последовательный интерфейс и другие периферийные устройства, как находящиеся внутри микроконтроллера, так и подключённые к нему внешние. Эта функция, даже если она пуста, должна обязательно присутствовать в программе.

Функция loop() содержит бесконечный цикл, который микроконтроллер многократно выполняет, вплоть до выключения питания. В нём опрашивают внешние датчики, подают команды исполнительным устройствам, производят вычисления и прочие операции. В качестве примера приведём простейшую программу, которая с периодом в одну секунду зажигает, а затем гасит встроенный в плату Arduino светодиод, обозначенный на ней буквой L и подключённый к цифровому выводу D13.

Эта программа входит в число стандартных примеров, прилагаемых к среде разработки Arduino IDE. В **табл. 1** приведён её текст в том виде, в котором он приложен. Учтите, что на принятом в среде поклонников Arduino жаргоне исходный текст программы называют "скетчем" — эскизом.

Фрагменты программы, относящиеся к одному блоку, ограничивают фигурными скобками { и }. Далее будем называть их операторными скобками. Текст программы может содержать комментарий, поясняющий её суть и нюансы работы. Многострочный комментарий ограничивают сочетаниями символов /* (в начале) и */ (в конце). С символов // начинают комментарий, заканчивающийся в конце той же строки. При трансляции (преобразовании текста программы на понятном человеку языке программирования в исполняемый микроконтроллером машинный код) эта часть текста полностью игнорируется.

Единственная исполняемая строка тела функции setup()

```
pinMode(13, OUTPUT);
```

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2016, № 7

переводит вывод D13 платы Arduino в режим выхода.

Функция loop() начинается со строки

```
digitalWrite(13, HIGH);
```

Она устанавливает на выводе D13 высокий логический уровень. В Arduino UNO он равен напряжению питания (+5 В) относительно общего провода. Этим будет включён светодиод.

За ней следует строка

```
delay(1000);
```

Она заставляет исполняемую программу не переходить к следующей строке в течение времени, указанного в скобках в миллисекундах. Выдержав паузу, программа устанавливает на выходе D13 низкий логический уровень, соответствующий потенциалу общего провода, что выключает светодиод. Эту операцию описывает строка

```
digitalWrite(13, LOW);
```

Далее программа ещё раз выдерживает паузу длительностью 1 с, после чего повторяет с начала всю последовательность операций, описанных в теле функции loop(). Так продолжается до выключения микроконтроллера.

Функцией delay() следует пользоваться с осторожностью. Если в течение указанного в ней интервала времени произойдёт какое-либо важное событие (например, кратковременно сработает датчик), то программа на это событие не отреагирует.

Следует помнить, что максимальный ток, отдаваемый выводом Arduino, работающим как выход, равен 40 мА, при этом общий ток всех выходов не должен превышать 300 мА. Для питания обычных светодиодов этого достаточно, можно также напрямую подключить к выходу низковольтное герконовое реле или маломощный вибромотор от сотового телефона. Что-нибудь более мощное подключить без усилителя не получится, да это и опасно — можно испортить микроконтроллер.

Аналоговые входы A0—A5 при необходимости можно использовать наряду с D0—D13 как цифровые входы и выходы, обращаясь к ним соответственно по номерам с 14 по 19.

Теперь немного модифицируем программу. Для столь простого алгоритма эти модификации не принципиальны, но в более сложных случаях подобные изменения важны. Прежде всего, заменим комментарий на английском языке русским. Например, строку, включающую светодиод, прокомментируем так: "Включаем светодиод". Не следует писать: "Устанавливаем на линии D13 высокий уровень", это и так понятно из текста программы.

Конечно, подробный комментарий к каждой строке, как правило, избыточен, но лениться писать его всё же не следует. Спустя некоторое время подробности работы программы забудутся, даже самому автору лишь комментарий поможет быстро разобраться в её сути.

Далее изменим программу так, чтобы мигал светодиод, подключённый не к выводу D13, а к выводу D12 Arduino. Поскольку на плате светодиода, подключённого к D12, нет, потребуется внешний светодиод с добавочным резистором. Подключить его нужно по схеме, показанной на **рис. 1**. Добавочный резистор подбирают так, чтобы ток через светодиод находился в пределах 5...10 мА. Это обеспечит достаточно яркое свечение большинства светодиодов. Плата

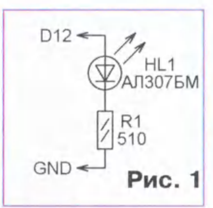


Рис. 1

Таблица 1

```
/*Blink
 Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.

 Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the Uno and
 Leonardo, it is attached to digital pin 13. If you're unsure what
 pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check
 the documentation at http://arduino.cc

 This example code is in the public domain.

 modified 8 May 2014
 by Scott Fitzgerald
 */

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode(13, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);              // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW);    // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);              // wait for a second
}
```

Arduino UNO с подключённым внешним светодиодом изображена на **рис. 2**.

Желательно изготовить несколько светодиодов с добавочными резисторами. Они пригодятся не столько для изготовления автомата световых эффектов, сколько для того, чтобы быстро проверить уровни напряжения на выходах платы и проследить за их изменением в соответствии с отлаживаемой программой.

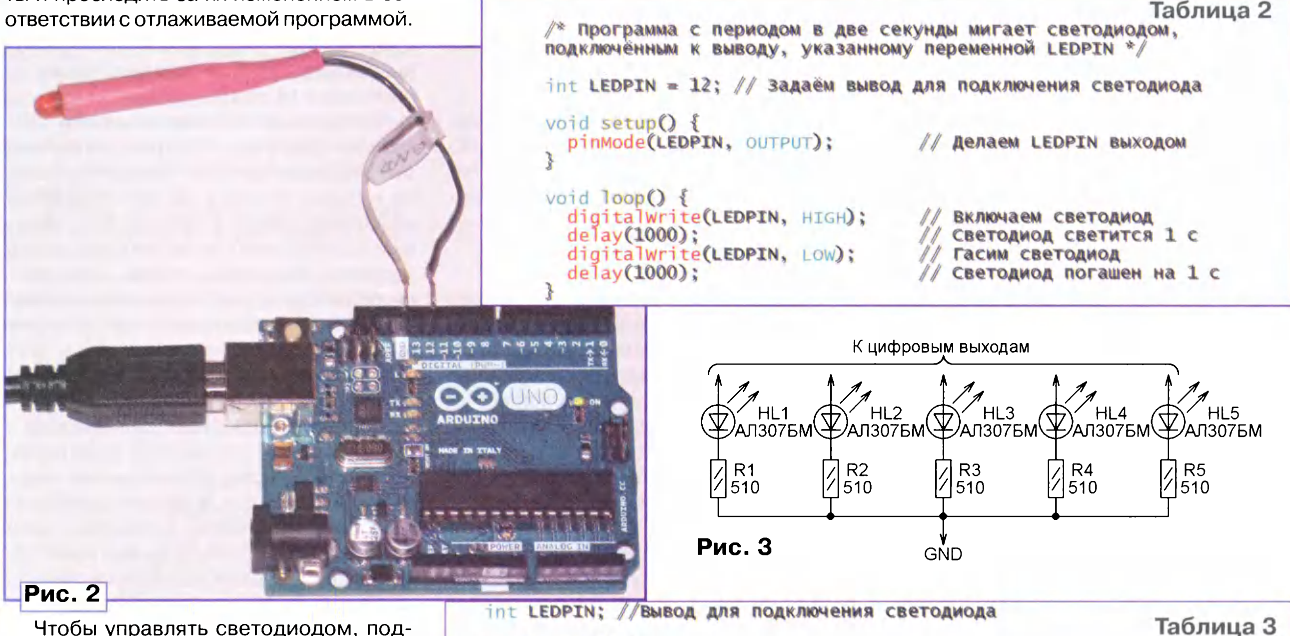


Таблица 2

```
/* Программа с периодом в две секунды мигает светодиодом,
подключённым к выводу, указанному переменной LEDPIN */

int LEDPIN = 12; // Задаём вывод для подключения светодиода

void setup() {
  pinMode(LEDPIN, OUTPUT);          // Делаем LEDPIN выходом
}

void loop() {
  digitalWrite(LEDPIN, HIGH);       // Включаем светодиод
  delay(1000);                      // Светодиод светится 1 с
  digitalWrite(LEDPIN, LOW);        // Гасим светодиод
  delay(1000);                      // Светодиод погашен на 1 с
}
```


Рис. 2

Рис. 3

Чтобы управлять светодиодом, подключённым не к D13, а к D12, в рассматриваемом случае было бы достаточно исправить в тексте программы все числа 13 на 12. Не считая комментариев, число 13 фигурирует в тексте программы всего три раза, так что изменить его не трудно. Однако с увеличением объёма программы ситуация принципиально меняется. Одно дело заменить три числа и совсем другое несколько десятков одинаковых чисел в разных местах длинной программы. К тому же может оказаться, что где-нибудь это число обозначает что-то совсем другое и менять его не нужно.

Чтобы подобные изменения проводить было проще, объявим в начале программы переменную и присвоим ей значение, соответствующее номеру нужного вывода:

```
int LEDPIN = 12;
```

Кроме того, везде, где встречается номер вывода 13, заменим его именем этой переменной. Если теперь снова потребуется изменить подключение светодиода, достаточно будет изменить всего одно число в описании переменной LEDPIN.

Модифицированная программа приведена в **табл. 2**. Её необходимо загрузить в память микроконтроллера платы Arduino. Для этого следует выбрать в главном меню IDE пункт "Файл→Загрузить". Если набранная в окне редактирования программа не была сохранена в файл заранее, IDE попросит указать имя файла, в котором и сохранит её. Спустя некоторое время, необходимое IDE Arduino на трансляцию программы в понятные микроконтроллеру машинные коды, на плате начнут мигать светодиоды "Rx" и "Tx", сигнализируя о приёме и передаче сообщений через последовательный интерфейс микроконтроллера.

Таблица 3

```
int LEDPIN; //Вывод для подключения светодиода

void setup() {
  for (LEDPIN = 8; LEDPIN < 14; LEDPIN++) {
                                   // Переключаем в режим выхода
    pinMode(LEDPIN, OUTPUT);       // цифровые выводы с D8 по D13
  }
}

void loop() {
  for (LEDPIN = 8; LEDPIN < 14; LEDPIN++) {
    digitalWrite(LEDPIN, HIGH);    // Поочерёдно включаем на 500 мс
    delay(500);                    // каждый из светодиодов
    digitalWrite(LEDPIN, LOW);
  }
}
```

Если всё было сделано правильно, в нижней части окна программы появится отчёт о корректной загрузке. В нём будет выведена информация о том, какую часть из имеющихся 32 Кбайт программной памяти микроконтроллера заняла загруженная программа и сколько оперативной памяти требуется для размещения переменных. Светодиод, подключённый к выводу D12, начнёт мигать с периодом 2 с.

Если подключить к выводам D8—D12 Arduino линейку из пяти светодиодов (**рис. 3**) и загрузить в микроконтроллер программу, приведённую в **табл. 3**, она будет поочерёдно включать на 500 мс каждый из этих светодиодов и подключённый к D13 светодиод, установленный на плате. Эта программа могла оказаться значительно длиннее, если бы задача решалась "в лоб", простым повторением нужное число раз в функции setup() строки с разными числовыми номерами выводов, настраивающей их на выход, а в функции loop() — последовательности строк, включающих очередной светодиод, выдерживающих паузу и выключающих его. Сократить программу помогли операторы цикла for.

В круглых скобках после ключевого слова for указаны начальное значение переменной цикла — LEDPIN=8, условие выполнения тела цикла — LEDPIN<14 и операцию, выполняемую с переменной цикла после каждого исполнения его тела — LEDPIN++, что означает увеличение значения переменной на единицу. При необходимости параметры цикла for могут быть легко изменены.

Тело цикла в операторных скобках следует за условием. В первом случае (в функции setup()) оно состоит из одной строки, которая будет выполнена шесть раз со значениями LEDPIN от 8 до 13. Во втором случае (в функции loop()) оператор цикла задаёт шестикратное выполнение последовательности из трёх строк с такими же значениями переменной.

Кроме управления внешними устройствами в любой системе, необходимо получать информацию от различных датчиков. Без них даже самый сложный робот будет лишь заводной игрушкой, не способной изменять своё поведение в зависимости от внешних условий.

При напряжении питания 5 В, а в Arduino UNO оно именно такое, цифровые входы микроконтроллера гарантированно воспринимают как логически высокое (соответствующее логической единице) напряжение более +3 В, а как логически низкое (соответствующее логическому нулю) — напряжение менее +1,5 В. Промежуточные значения (в том числе, когда вход никуда не подключён) дают непредсказуемый, зависящий от экземпляра микроконтроллера, напряжения его питания, температуры и других факторов, хаотически изменяющийся результат. Поэтому желательно, чтобы на цифровой вход всегда было подано напряжение заведомо высокого или низкого логического уровня.

Простейший датчик — обычная кнопка без фиксации, подключённая по показанной на **рис. 4** схеме к одному из внешних выводов платы Arduino, в данном случае к D7. При отпущенной кнопке SB1 уровень напряжения на входе микроконтроллера будет низким (его обеспечит резистор R1), при нажатой — высоким. Если поменять кнопку и резистор местами (**рис. 5**), то поменяются местами и уровни. Теперь резистор R1 обеспечит высокий уровень при отпущенной кнопке, а нажатие на неё установит низкий уровень.

Сопротивление резистора R1 не должно быть слишком маленьким, поскольку ток, текущий через него при нажатой кнопке, потребляется от источника питания и снижает экономичность устройства. В случае питания от стационарного компьютера или сетевого блока питания это не столь важно, но при батарейном варианте питания Arduino малое сопротивление резистора R1 сильно уменьшит возможную продолжительность автономной работы устройства.

Учтите, что для выполнения функции резистора R1 в микроконтроллере имеются внутренние резисторы. По умолчанию они отключены. Однако, чтобы подключить, скажем, к входу D2 внутренний резистор, достаточно внести в функцию setup() строку

```
pinMode(2,INPUT_PULLUP);
```

Рассмотрим цифровой ввод на примере приведённой в **табл. 4** программы, гасящей подключённый к выводу 13 светодиод при нажатии на кнопку, подключённую к выводу D7. Она основана на условном операторе

```
if (условие)
{
/*Действия в случае,
если условие выполнено*/
}
else
{
/*Действия в случае,
если условие не выполнено*/
}
```

Он служит для выбора действия в зависимости от того, выполнено или нет указанное в нём условие. Если при невыполненном условии ничего делать не нужно, фрагмент else {...} может быть опущен. Использование условных операторов придаёт программе гибкость. В зависимости от состояния внешних датчиков они изменяют порядок действий программы и поведение оснащённого микроконтроллером устройства.

Собственно проверку состояния кнопки выполняет логический оператор

```
digitalRead(BUT) == HIGH
```

Таблица 4

```
// Кнопка управляет светодиодом
int LED = 13;  // Номер вывода, к которому подключён светодиод
int BUT = 7;   // Номер вывода, к которому подключена кнопка

void setup() {
  pinMode(BUT, INPUT);
  pinMode(LED, OUTPUT);
}

void loop() {
  if (digitalRead(BUT) == HIGH) { // Если кнопка нажата,
    digitalWrite(LED, LOW);       // гасим светодиод,
  }
  else {                          // иначе (кнопка не нажата)
    digitalWrite(LED, HIGH);      // включаем светодиод
  }
  //delay(10000);
}
```

В рассматриваемом случае он сравнивает значение, возвращаемое функцией чтения состояния вывода BUT, к которому подключена кнопка, с логической константой HIGH, и, если они равны, принимает значение TRUE (истина), а в противном случае — FALSE (ложь). Обратите внимание, что операция проверки равенства обозначена двумя подряд знаками равенства. А одним знаком равенства обозначают операцию присваивания значения переменной. Не путайте их, это приводит к трудно обнаруживаемым ошибкам.

На примере только что рассмотренной программы легко убедиться, к чему приводит неаккуратное использование функции delay(). Если "раскомментировать" (убрать две предшествующих дробных черты) функцию delay(10000) в предпоследней строке программы, то после каждого выполнения тела функции loop() программа станет ждать 10 с, прежде чем продолжит свою работу. Естественно, все нажатия на кнопку за этот промежуток времени будут проигнорированы.

Очень полезна способность Arduino взаимодействовать с персональным компьютером через последовательный интерфейс. Её можно использовать не только для загрузки программы в микроконтроллер, но и для двухстороннего обмена информацией в процессе её выполнения. По этому интерфейсу Arduino может передавать в компьютер собранную информацию для сложной обработки или хранения и получать от него команды и исходные данные. Так могут взаимодействовать и два микроконтроллерных устройства. Последовательный порт микроконтроллера использует цифровые выводы платы D0 и D1, поэтому при организации и использовании связи через последовательный порт их нельзя применять ни для чего другого.

Для примера рассмотрим программу, приведённую в **табл. 5**, которая передаёт в компьютер информацию о состоянии вывода D12. Если уровень на нём высокий, программа посылает в компьютер код символа H, а если он

+5 В, SB1, К D7, R1 10 к, GND

Рис. 4

+5 В, R1 10 к, К D7, SB1, GND

Рис. 5

Таблица 5

```
// Передача по последовательному порту
int I = 0;

void setup() {
  pinMode(12, INPUT);// Будем следить за D12
  Serial.begin(9600);// Инициализируем последовательный порт
                     // и задаём скорость 9600 Бод
  Serial.println("\nTesting D12"); //Выводим заголовок
}

void loop() {
  if (digitalRead(12) == HIGH) { // Если уровень высокий,
    Serial.print("H ");          // передаём H
  }
  else {                         // В противном случае
    Serial.print("L ");          // передаём L
  }
  I++;
  if ((I % 24) == 0) Serial.println(); // Переводим строку
  delay(100);
}
```

низкий — код символа L. Принимать эту информацию может любая программа, способная работать с COM-портом компьютера. Среда разработки Arduino IDE имеет встроенный монитор последовательного порта, с помощью которого компьютер может выводить на экран полученные от платы Arduino текстовые сообщения и передавать ему сообщения, набранные пользователем на клавиатуре компьютера.

Строка Serial.begin(9600) в функции setup() инициализирует последовательный порт микроконтроллера и устанавливает скорость передачи и приёма 9600 Бод. Можно задавать и другие стандартные значения скорости: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 или 115200 Бод. При этом скорость, установленная в микроконтроллере, должна совпадать со скоростью, на которую настроен COM-порт компьютера или другого устройства, с которым должен идти обмен информацией. Допустимая скорость, при которой обеспечивается надёжный приём информации, зависит от длины кабеля, соединяющего Arduino с компьютером. Например, по стандартному USB-кабелю длиной 1,8 м компьютер примет от Arduino информацию даже со скоростью 115200 Бод. А если добавить к этому кабелю пятиметровый удлинитель, допустимая скорость упадёт до 4800 Бод.

Таблица 6

```
// Приём из последовательного порта
int LED = LED_BUILTIN; // Используем встроенный светодиод
char c; // Переменная для принятого символа

void setup() {
  pinMode(LED, OUTPUT);
  Serial.begin(9600); //Инициализируем последовательный порт
  // на работу со скоростью 9600 Бод
}

void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    c = Serial.read();
    // Если принят "0",выключаем светодиод
    if (c == '0') digitalWrite(LED, LOW);
    // Если принята "1", включаем светодиод
    if (c == '1') digitalWrite(LED, HIGH);
  }
}
```

Отправляет информацию в последовательный порт функция Serial.print(), где в круглых скобках указывают имя переменной, значение которой нужно передать, или строку символов, подлежащих передаче. Для отличия от имени переменной строку символов заключают в кавычки. Существует модификация этой функции Serial.println(). Она отличается тем, что, передав информацию, заключённую в скобках (если она есть), дополняет её символами возврата каретки и перевода строки. Начинает новую строку и комбинация символов \n в передаваемой строке.

Используя приведённую программу, легко убедиться, что если на сконфигурированный как вход вывод микроконтроллера не поданы никакие внешние сигналы, его состояние может быть любым и хаотически изменяться в процессе работы. Можно определить и фактическое значение напряжения, которое микроконтроллер перестаёт воспринимать как низкий логический уровень и начинает воспринимать как высокий уровень.

```
COM12
                                                    Отправить
D12 testing
L L H H L H L H L L L H H L H L L L L L L H L H
H L H H L L H L L H L L H L H L H H H L H L L H
H H L H L L H H L H L L L H L L L H H L L L H H
L L H L H L L H L H L L L H L L H H H L L H H H
L L L L L H H L L H H H H L L L L H L H L H H L
H H H L H H L L L H L H H H H L H L H L H L L H
L H L H L L H H H L H L H H L L L L L H L H L L
H L L H H L L H L H L L H L H L L H H H L L L H
L L L L L L H H L H L H H L H L H H H L L L H L
L H H L L H H H H L H L H L H H H H H H L L H H
H H H L H L H L L L L L L H H L L L L L L H L H
L L H H L L L L L H H H L L L L H L H H L H L H
H H L L H H L L H L L H H L L H L L H H L H H L
H H H H H L H L L L

✓ Автопрокрутка          Не найден конец строки ▼   9600 бод
```

Рис. 6

Далее рассмотрим программу (**табл. 6**), которая зажигает и гасит имеющийся на плате светодиод в соответствии с командами, поступающими от компьютера через последовательный порт. Следует иметь в виду, что информацию по последовательному порту передают байтами. Приёмник последовательного порта, работая независимо от процессора микроконтроллера, принимает эти байты и сохраняет их в своём буфере объёмом 64 байта.

Для того чтобы программа могла определить, есть ли в буфере принятые байты, имеется функция Serial.available(), возвращающая их число. Если они есть, программа с помощью функции Serial.read() читает байт из буфера и присваивает его значение (код принятого символа) переменной C типа char. Далее условные операторы сравнивают код с образцами и при совпадении включают или выключают светодиод.

Передавать команды можно с помощью того же монитора последовательного порта, который использовался для приёма информации. В верхней части его окна (**рис. 6**) имеется строка ввода передаваемых символов. Введя в неё с клавиатуры символ или их последовательность, нажмите на экранную кнопку "Отправить". На плате Arduino должен кратковременно вспыхнуть светодиод "Rx", что свидетельствует о приёме информации микроконтроллером. Конечно, передача кодов вручную — это простой, но далеко не лучший метод управления. Обычно для этого пишут специальную компьютерную управляющую программу.

Таким образом, с помощью микроконтроллерной платы Arduino можно сравнительно просто создать целый ряд несложных электронных устройств. Если ограничиться только цифровым вводом—выводом, это могут быть автоматы световых эффектов, простейшая охранная сигнализация, измерители различных параметров с цифровыми датчиками. Причём несложно сделать так, чтобы устройство взаимодействовало с компьютером. Естественно, возможности Arduino далеко не ограничены описанными в этой статье. Эта плата может работать и с аналоговыми сигналами, о чём будет рассказано далее.

***От редакции**. Упомянутые в статье программы для Arduino имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/08/diginout.zip** на нашем FTP-сервере.*

(Продолжение следует)



Создадим Аллеи радиолюбителей!

Анатолий КЕНЖЕКУЛОВ (UA6XT), г. Нальчик

В прошлом году Кабардино-Балкарское региональное отделение Союза радиолюбителей России обратилось в администрацию города Нальчика с просьбой о выделении земельного участка, на котором, по примеру израильских радиолюбителей, мы предполагали создать Аллею, посвящённую первым радиолюбителям республики и их последователям (имеется в виду "SK"). Идея эта родилась на ежегодной отчётной республиканской конференции регионального отделения и обрела статус изъявления воли радиолюбителей КБР. Решением этого вопроса и занялся совет регионального отделения СРР.





Мэрия города Нальчика поддержала инициативу радиолюбителей и выделила земельный участок в "Парке Победы". Пошло нам навстречу и ООО "Горзеленхоз", выделив посадочный материал (клёны и ивы). Кроме того, учитывая почтенный возраст заметной части радиолюбителей, выделили спецтехнику для бурения лунок и завезли две машины чернозёма. О предстоящем воскреснике 1 ноября 2015 г. было объявлено на нашем сайте. Мы понимали, что поздновато решили провести акцию, но "мы предполагаем, а жизнь вносит свои коррективы". То саженцы не завезли, то снег пошёл и т. д. Народ тем не менее собрался, причём многие пришли даже семьями. Была поздняя осень — каждый день шли дожди, а температура держалась около нуля градусов. И каково же было наше удивление, когда в 10 MSK выглянуло солнце (до этого мы не видели его неделями), и весь день, который нам понадобился для посадки аллеи, стояла чудесная погода — температура не опускалась ниже +5 °С. Всего было посажено 38 деревьев — по числу "SK".

В этом году в преддверии Дня радио мы собрались на нашей Аллее, заменили несколько не принявшихся саженцев и установили гранитную памятную плиту, на которой высечены имена, фамилии и позывные наших коллег начиная с 1928 г. Все радиолюбители КБР считают, что сделали нужное и полезное дело. Было внесено предложение — рассказать об этом всем радиолюбителям России. Быть может, эта инициатива будет поддержана и в других регионах.

Теперь, когда у нас есть своя Аллея радиолюбителей, подготовлено предложение в администрацию города о переименовании автобусной, троллейбусной остановки "Набережная" на "Аллея радиолюбителей" и сооружения прохода от остановки к аллее. Наша Аллея находится на берегу реки Нальчик. Можно собраться с друзьями пожарить шашлык, что мы и сделали, — повод был и даже не один: День радио и установленная памятная плита. А у Вас ещё нет Аллеи радиолюбителей?

ПФО-2016 глазами организатора и участника

Константин ВАХОНИН (RU4SS), г. Йошкар-Ола

История проведения очных чемпионатов Приволжского федерального округа по радиосвязи на КВ телеграфом началась в 2009 г., когда на территории Волжского района Республики Марий Эл был проведён первый чемпионат. Тогда едва набралось шесть участников, по три в группах "один оператор" и "много операторов", а победителями стали RU4SU/RU4SS — в командном зачёте и RW4PL — в личном зачёте.

С тех пор соревнования проводились ещё пять раз на территории Республики Марий Эл, Чувашской Республики и Ульяновской области.

Изначально соревнования замышлялись как возможность радиоспортсменам Приволжского и других федеральных округов выявить в очной борьбе лучших из лучших, а также просто пообщаться в неформальной обстановке друг с другом. Менялись места проведения соревнований, их регламент.

Предыдущие соревнования прошли в 2014 г. в Ульяновской области, а их главным организатором стал известный радиолюбитель Владимир Рябов (RA4LW) — основатель и играющий тренер одной из ведущих команд России UA4M. Этот чемпионат поднял планку очных соревнований на небывалую высоту. К слову сказать, в тех соревнованиях приняли участие 20 команд и "личников", представлявших 11 регионов России.

А вот в 2015 г., к сожалению, ни один из регионов Приволжского федерального округа не изъявил желание организовать и провести соревнования на своей территории, и очный чемпионат ПФО не состоялся.

Время шло и, честно говоря, надежды на то, что в 2016 г. кто-то захочет провести чемпионат в своём регионе, таяли на глазах. Кто хоть раз организовывал подобные мероприятия знает, каких затрат (временных, финансовых, материальных и других) всё это стоит.

С инициативой в итоге, как и в 2009 г., выступил Виктор Василенко (RU4SU) — основатель динамично развивающейся команды радиостанции UA4S. Предложение Виктора провести в 2016 г. открытый очный чемпионат ПФО в Звениговском районе Республики Марий Эл рядом с позицией UA4S. Несмотря на имевшиеся определённые сомнения, предложение Виктора было принято, и чемпионат был включён в ЕКП. Деваться теперь было некуда, "взялся за гуж — не говори, что не дюж"!

С местом проведения определились, с местными властями договорились, позывные оформили, погоду "заказали". А остальные задачи были распределены между активистами регионального отделения СРР по Республике Марий Эл, и началась непосредственная подготовка к соревнованиям.

Окончание.
Начало см. на 2-й с. обложки

Лично я отвечал за регламент соревнований, программу мероприятий и PR. Мелочь конечно, но требующая постоянной концентрации, — ежедневные телефонные звонки, переписка по e-mail, присутствие на форумах, в рефлекторах и чатах. Радиолюбители народ капризный — кому-то надо помочь с ночлегом, кто-то просит мачту, кто-то мебель и пр.

Слава (UA4HTT) проанонсировал свою свадьбу сразу после окончания соревнований. Такого на моей памяти ещё не было!

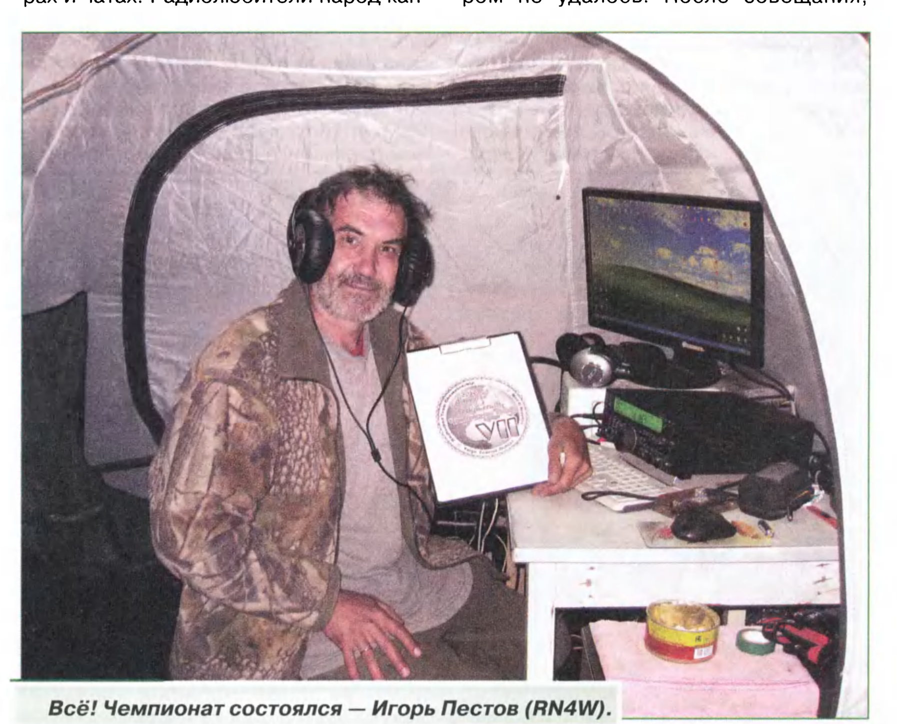
В итоге состав участников соревнований был такой — 11 "личников" и шесть команд. Были представлены 13 регионов России.

К сожалению, в самый последний момент по объективным причинам отказались от участия в чемпионате наши земляки Игорь (RN4SS) и Андрей UA4SBZ. Мы с напарником, Виктором (RU4SO), были заняты организацией соревнований и, по началу, тоже хотели "соскочить". Это грозило оставить чемпионат без представительства на нём региона-хозяина. Окончательное решение о том, что мы с Виктором всё-таки выставим свою команду для участия в чемпионате, было принято лишь в среду, 1 июня. А на следующий день мы загрузили свои скромные пожитки в УАЗик Сергея (RU4SW).

Четверг, 2 июня...

Народ начинает подтягиваться на соревнования. Начинает свою работу мандатная комиссия под руководством секретаря соревнований Ольги Дубниковой (RN4SM). Пройдя мандатную комиссию, спортсмены принимают участие в жеребьёвке и начинают обустройство позиций. Все позиции были равноценные по высоте, а расстояние между соседними позициями было около 400 м.

Виктор (RU4SO) с ребятами поехали на место уже в четверг вечером, чтобы помочь с организационными вопросами. У меня на пятницу в 15.00 MSK было назначено важное совещание на работе, отвертеться от участия в котором не удалось. После совещания, прямо с работы, вместе с Русланом (R4SAE) мы встретились с Сергеем (UA4SU) и на его машине поехали к месту соревнований.



Всё! Чемпионат состоялся — Игорь Пестов (RN4W).

Прибыв на место проведения соревнований, узнаём, что нам досталась позиция № 6 и большинство ребят уже там. Позиция — у леса, но в целом всё нормально. Единственный минус — комары и прочая мошкара, а антикомариного "дезодоранта" хватает минут на 20, не больше. Встречаем на позиции Виктора (RU4SO), Нурислама (UA4SN) и Кирилла (R4SAS). Позже подъехали Виктор (UA4SJB), Станислав (RX4SA), Сергей (RU4SW) и Алексей (RN4SN). Общими усилиями, до темноты, успеваем собрать трайбэндер 234 и "Робинзон" RR-33. Затем возвращаемся на "базу".

Сергей (RN4SW) и Александр (RA4SR) с супругой приготовили отменный плов. Подтягивается народ со своих позиций.

Начинается то, ради чего стоит приезжать на очные соревнования — живое общение с коллегами по хобби. Много старых знакомых, но встречаются и новые позывные. Общение идёт почти до самого утра. Но здравый смысл подсказывает, что завтра будет трудный день. Надо идти спать.

Утро субботы, 4 июня...

Выезжаем с ребятами на позицию. Трайбэндер 234 удалось поднять лишь на 7 метров, чуть ниже закрепили Inverted Vee на 40 метров. Кроме этого, в стороне подняли ещё RR-33 (высота мачты около 9 метров) и вертикал на 40 метров. Все гости нашей позиции отмечают низкую высоту подвеса антенн, но что есть, то есть...

После этого ребята поехали на открытие соревнований, а я, по традиции, остался в шэке. Резонанс у "Робинзона" ниже по частоте. КСВ в телеграфном участке — 3,0 и больше, идёт наводка на компьютер. При работе на 15 и 10 метрах зависают клавиатура и мышка. Да уж, ничего хорошего это не предвещало. Ребята возвращаются с открытия. Настраиваем сетку, прописываем в n1mm макросы, проверяем, как работает запись. Решаем, что во избежание зависания компьютера я буду работать только на 40 и 20 метрах, используя RR-33 и вертикал на 40 метров. Виктор (RU4SO) будет работать на трайбэндере 234 и Inverted Vee на 40 метров.

Потренировались немного, работая "качелями" на разных диапазонах.

Видим Алексея (UA4WI), идущего к нам. Его назначили судить нашу команду. Приезжают представители ГСК Алексей (RN4SN) и Николай (RM4P), проверили позицию. Договариваемся с Алексеем о том, что он прибудет к нам минут за 30 до начала соревнований, и он возвращается на свою позицию.

Подвозят обед. Жизнь налаживается...

Время до начала соревнований проходит незаметно. Настроение неважное — чувствуем, что плохо подготовились. Точнее, подготовки, как таковой, не было вообще. Всё-таки совмещать организацию соревнований и участие в них не совсем правильно. Но сомневаться уже поздно, надо работать.

Подъезжает машина с Алексеем (UA4WI), пообщались немного. За 15 минут до начала контеста нам выдали позывные для участия в соревнованиях: R41SA/p — в первом туре и R42SH/p — во втором туре. Второй позывной — просто "мечта телеграфиста", но делать нечего, забиваем позывные в n1mm, включаем запись и ждём начала соревнований.

Спортивная часть очного чемпионата ПФО проходит с 15.00 до 21.00 UTC (первые шесть часов соревнований IARU Region 1 Field Day CW). Начинаем соревнования "лёгкой пробежкой" на 15 и 10 метрах, после чего начинаем работать на CQ "качелями" на 40 и 20 метрах, изредка поочерёдно уходя на поиск. Иногда снова прыгаем на 15 метров. Темп — средний. В первом туре на 40 метрах — лишь европейская Россия, Урал и т. п. Прохождение ближнее, а до заката Солнца ещё далеко. На 20 метрах в основном западная Европа, но прошла связь и с BV1EK. Первый тур мы закончили на отметке 360 связей — не густо...

Меняем позывной и начинаем второй тур. Вот тут мы вкусили все прелести нашего позывного R42SH/p. На поиск работать было нереально трудно. Вызываемые нами корреспонденты часто не могли сразу принять наш позывной. Такой поиск сильно тормозил "ран" на другом диапазоне. Темп катастрофически падал. Решили в основном работать на CQ "качелями" на 40 и 20 метрах, лишь изредка уходя на поиск. По номерам от очников понимаем, что идём слабо, и настроение никакое.

Становится холоднее, после каждого нажатия на клавиатуру потираем руки. Возникает мысль, скорее бы контест закончился. Честно говоря, давно у меня не было такого чувства по ходу соревнований.

Дорабатываем контест. Итог второго тура — 324 связи. Формируем отчёты, копируем их, а также файлы аудиозаписи на флешку и отдаём Алексею (UA4WI), за которым приезжает Дмитрий (UB4WAW). Открываем бутылочку коньяка, которая быстро уходит за разговорами и попытками согреться. Вскоре за нашим судьёй приезжает другая машина из штаба ГСК. Мы же с Дмитрием на его машине вместе с двумя лайками (собаками), уезжаем на позицию RN4W, которая находится рядом с UA4S. Обмениваемся впечатлениями с прибывшими немногочисленными участниками и судьями. Основная масса ребят по окончании соревнований осталась отдыхать на позициях.

На улице, прямо у входа на радиостанцию UA4S, накрываются столы — будет свадьба!

Народ поздравляет Славу (UA4HTT) и его супругу Ольгу с этим событием. И всё так чинно, благородно — по-старому! В заключение был праздничный салют. Настроение у нас с RU4SO заметно улучшилось, но было уже поздно, точнее, это было раннее утро воскресенья, 5 июня, уже начало светать. Пора идти спать.

Проснувшись и позавтракав, мы поехали разбирать позицию. С помощью нашей группы поддержки сделали мы это достаточно быстро.

Погода испортилась — начал моросить дождь. Организаторы "договорились" насчёт хорошей погоды на время соревнований, но после контеста уговора не было.

Закрытие соревнований...

Фотосессия на память, идёт прямая трансляция закрытия соревнований в Интернет благодаря усилиям Степана (RA4SAT).

Снова встречи, обмен впечатлениями от прошедшего контеста. Главный судья соревнований Андрей (RV9WB) и секретарь Ольга (RN4SM) объявляют победителей и призёров чемпионата.

В личном зачёте: 1-е место — RM9T, 2-е место — RL4F, 3-е место — RX9SN.

В командном зачёте: 1-е место — UA4HOX/UA4HTT, 2-е место — RK4FU/RO4F, 3-е место — UA4Z/RX4W.

Награды вручаются спортсменам, судьям, организаторам и спонсорам.

Начинается дождь, народ перемещается на веранду UA4S, и VII открытый очный чемпионат Приволжского федерального округа по радиосвязи на КВ телеграфом объявляется закрытым.

В заключение хочется поблагодарить организаторов, участников, судей, спонсоров, группы поддержки, заочных участников и всех остальных, кто был причастен к этому празднику.

До встречи на ПФО-2017 !?



Романтик эфира

Виктор СИРОТКИН (UA3SAG), г. Рязань

Семьдесят лет назад, в середине 1946 г., в стране начали создаваться областные радиоклубы ОСОАВИАХИМ, задачей которых стали подготовка радиоспециалистов для Вооружённых сил страны и для народного хозяйства, а также руководство радиолюбительским движением. Рязанский областной радиоклуб был образован 27 августа 1946 г. В этой статье руководитель Музея средств связи "На исторической волне" МБОУ СОШ № 65 г. Рязани Виктор Сироткин (UA3SAG) рассказывает об одном из воспитанников этого радиоклуба.

Впервые Вячеслав Мелин услышал морзянку в 1970 г. на коллективной радиостанции UK3SAA в Рязанском областном радиоклубе ДОСААФ. Его первой наставницей при проведении любительских радиосвязей на КВ-диапазонах стала начальник радиостанции Мария Федосеевна Гришина (UA3SY) — участница Великой Отечественной войны, партизанская радистка. С тех пор судьба Вячеслава неразрывно связана с профессиональной и любительской радиосвязью. По настоящему он отшлифовал мастерство радиста чуть позже — за годы службы в Советской Армии, где прошёл путь от радиста-



Радисты станции Новолазаревская — RW1AI (сидит), RA3SS и Юрий Полевин (начальник UDY).



Вячеслав Мелин (RA3SS).



QSL JW/RA3SS.

телеграфиста до командира взвода связи.

В 1975-м, когда Вячеслав уже учился в Рязанском техникуме электронных приборов, он организовал там коллективную радиостанцию UK3SAJ и до конца учёбы был её бессменным начальником. А в 1976 г. получил свой первый индивидуальный позывной UA3SBQ.

Затем была учёба на Курсах полярных радистов, по окончанию которых Вячеслав с 1978 г. начал работать в Арктике профессиональным радистом — на полярной станции острова Гейберга. Его первый полярный позывной UA0BCO активно звучал в эфире около двух лет. Затем полтора года он трудился на Земле Франца-Иосифа. Тысячи радиолюбителей получили QSL-карточки от UA1PAM с острова Рудольфа, самого северного острова архипелага.

Потом Вячеслав "перебрался" в Антарктиду и два года (с 1982 г. по 1984 г.) был радистом на станции Новолазаревская. Всё свободное от профессиональной связи время он проводил в радиолюбительском эфире на радиостанции 4K1D.

А в 1987 г. в эфире зазвучал его позывной R0B/RA3SS снова из Арктики — с полярной станции Сопочная Карга, что недалеко от острова Диксон. Позже (до 1990 г.) Вячеслав работал на архипелаге Новая Земля, откуда с мыса Желания неслась в эфир морзянка позывного сигнала 4K3SS.

В 1991 г. его пригласили радистом на парусную яхту "Дагмар Эн". Международный экипаж этой небольшой парусной яхты поставил перед собой непростую задачу — обойти вокруг Северного полюса. Во время экспедиции ему в полной мере пригодился опыт работы полярным радистом. Но он не забывал и о радиолюбительском эфире. Несмотря на суровые условия путешествия, проводил с борта яхты радиосвязи под позывным RA3SS/mm. Успешное завершение этой экспедиции сделало Вячеслава первым россиянином, совершившим путешествие вокруг Северного полюса на парусной яхте.

Затем была ещё одна экспедиция — международная экологическая на архипелаг Шпицберген. Профессиональная радиосвязь шагнула далеко вперёд. В домике радистов на смену морзянке пришли компьютер и спутниковая связь. Однако для него ничего не было и не будет слаще музыки азбуки Морзе. Подтверждением тому сотни радиосвязей под позывным JW/RA3SS с сурового архипелага.

В этом году романтику эфира Вячеславу Мелину исполнилось 62 года, но он не сомневается в том, что впереди его ждут новые дальние экспедиции и новые экзотические позывные. И несмотря на "взрывной" характер технического прогресса, с его радиолюбительского стола никогда не исчезнет простой, но столь дорогой сердцу телеграфный ключ.

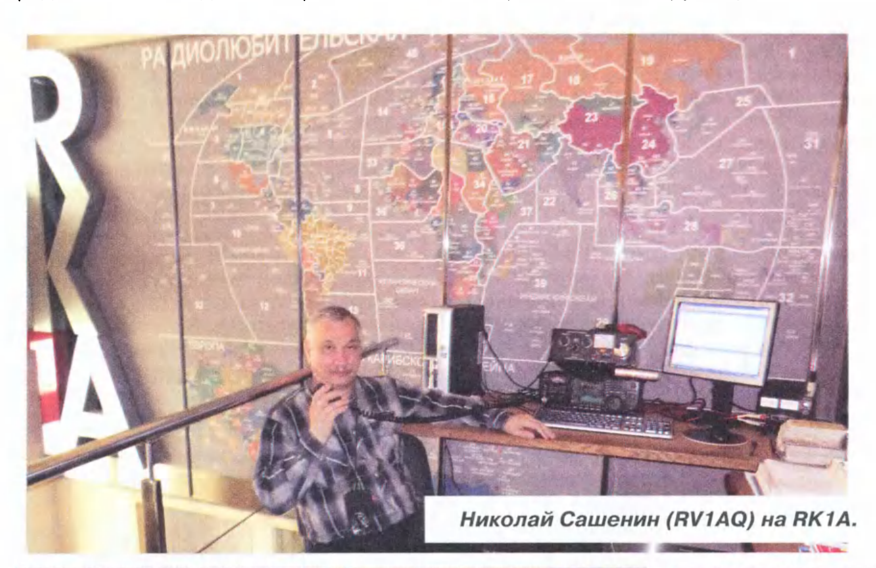
Итоги Мемориала А. С. Попова

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

В наших традиционных мартовских соревнованиях — Мемориале Александра Степановича Попова, приуроченных к его дню рождения, в этом году отчёты прислали 174 радиостанции. С учётом того, что на коллективных радиостанциях в командах было по несколько спортсменов, общее число участников этого мемориала было немногим более 200. Отчёты поступили от россиян (основная масса), а также от радиолюбителей девяти стран — Республики Беларусь, Украины, Казахстана, Литвы, Латвии, Болгарии, Великобритании, Чехии и Японии.

В этом году активность музейных станций была невысокой — работали всего две радиостанции из г. Санкт-Петербурга. Лучшей из них была радиостанция RK1A, расположенная в Центральном музее связи имени А. С. Попова. В отличие от большинства подобных радиостанций, она находится не в отдельном помещении, а органично вписана в музейную экспозицию и является по-настоящему "живым" её экспонатом. Работу этой радиостанции в мемориале обеспечивал, как и в прошлые годы, Николай Сашенин (RV1AQ).

Среди участников мемориала, работавших телеграфом, лучшим был Игорь Пестов (RN4W) из г. Ижевска. На втором месте в этой группе — Николай Верещагин (UA3QGT) из г. Воронежа, а на третьем месте — Алексей Стопичев (R3ZW) из села Иловка Белгородской области. Интересно, что эта группа участников в этих (да и не только в этих) соревнованиях обычно самая многочисленная, хотя в радиолюбительских кругах время от времени и возникают дискуссии с лейтмотивом "телеграф устарел, выходит из моды и скоро умрёт".



Николай Сашенин (RV1AQ) на RK1A.



Игорь Пестов (RN4W).



Виктор Кондратьев (UA6CC).

У "телефонистов" победил Юрий Павленко (UI6A) из г. Краснодара. На второе место здесь вышел Александр Чуркин (RM4HZ) из села Новый Буян Самарской области. Третье место в этой группе занял Василь Арсланов (RA9SF) из г. Новотроицка Оренбургской области.

Среди тех, кто работал как телеграфом, так и телефоном, первое место занял Виктор Кондратьев (UA6CC) из станицы Старовеличковской Краснодарского края. Вторым в этой группе был Николай Орехов (RL4A) из села Ольховка Волгоградской области, а третье место здесь занял Анатолий Медов (R3EC) из деревни Жуковка Орловской области.

Команда коллективной радиостанции ДОСААФ города Радужный Тюменской области RC9J (операторы R9JR и R9JI) была лучшей в группе радиостанций с несколькими операторами. На втором месте в этой группе — команда радиостанции UA0CDX из г. Хабаровска, в составе которой работали Дарья Бояндина, Елизавета Винокурова, Тимофей Бизяеви и Александр Савин. Третье место здесь заняла команда радиоклуба "Импульс" RY4A из Волгограда, в составе которой были RZ4AA, RA4AAO и RN4ABD.

В молодёжной группе радиостанций с одним оператором, в отличие от прошлых лет, отчёт поступил только от одного участника — UR3QTN... Это Светлана Сыромятникова из Запорожья.

Среди молодёжных команд радиостанций с несколькими операторами на первое место вышла команда R0AK Центра дополнительного образования детей г. Ачинска Красноярского края. В составе этой команды были Александр Быстранов (R0AAT), Максим Коновалов (UB0ACN) и Наталья Зуевич (R0AFF). Второе место заняла школьная радиостанция молодёжного клуба "Контакт" UD3D из подмосковного городского поселения Белоомут. Операторы — Светлана Трубачеева (UB3DKT), Антон Барышев (UB3DKX) и Ярослав Никулин (UB3DKY). Команда радиостанции RN9T Станции Юных техников г. Новотроицка Оренбургской области, в составе которой были Леонид Иванов и Артём Артюшкин (R9CBH), заняла в этой группе третье место.

Наблюдатели в этом году прислали только два отчёта. Лучшим среди них был болгарин Илья Гетсов (YO8/LZ2F319), наблюдавший в этих соревнованиях из румынского города Иаси. Кон-

тестменам он хорошо известен как LZ4UU.

В отличие от прошлых лет, в этом году в мемориале были представлены все федеральные округа страны. Лучшие результаты по федеральным округам среди радиостанций с одним оператором (группа MIXED) и с несколькими операторами показали:

— RA1AL и RC9XM/1 (Северо-Западный федеральный округ);

— R3EC и UD3D (Центральный федеральный округ);

— UA6CC и RZ6LWY (Южный федеральный округ);

— RA0AY и R0AK (Сибирский федеральный округ);

— R9AX и RC9J (Уральский федеральный округ);

— UA4CNJ и RN9T (Приволжский федеральный округ);

— UA6HLN и RO7T (Северо-Кавказский федеральный округ);

— UA7RA (Крымский федеральный округ);

— UA0CDX (Дальневосточный федеральный округ).

У иностранных участников этих соревнований впереди были EU6DX и коллектив UN8LWZ.

Как и в прошлом году, российские радиостанции, показавшие лучшие результаты по федеральным округам страны, и лучшие среди иностранных радиостанций будут отмечены памятными плакетками Минкомсвязи РФ и ФГУП "ГРЧЦ".

Ниже приведены "десятки сильнейших" для всех зачётных групп (место, позывной, число связей, результат), а полные итоги всех участников размещены по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/2016-6-2.shtml** на нашем сайте.

SINGLE-OP CW

1	RN4W	206	8259
2	UA3QGT	196	7946
3	R3ZW	196	7767
4	RX9AF	186	7654
5	RT5C	188	7356
6	RM1T	185	7293
7	RA4PQ	172	6719
8	RA3SI	179	6713
9	RX9CC	160	6549
10	RW0AJ	165	6416

SINGLE-OP SSB

1	UI6A	106	3452
2	RM4HZ	103	3317
3	RA9SF	115	3137
4	RW3XZ	98	2790
5	RT9TM	84	2681
6	RZ5Z	79	2463
7	RA1QFU	61	1842
8	R7RIB	55	1807
9	UA9OME	57	1695
10	LY2OU	61	1646

SINGLE-OP MIXED

1	UA6CC	310	11662
2	RL4A	283	10826
3	R3EC	255	9386
4	RA1AL	209	8287
5	RA0AY	170	6412
6	UA4CNJ	144	5587
7	EU6DX	127	4700
8	R9AX	113	4436
9	RA3NC	113	4347
10	R1BW	96	3782

MULTI-OP

1	RC9J	247	9360
2	UA0CDX	171	6185
3	RY4A	94	3601
4	UA4S	97	3595
5	RO7T	77	2528
6	RZ6LWY	39	1265
7	RC9XM/1	28	1048

JR SINGLE-OP

1	UR3QTN	2	27

JR MULTI-OP

1	R0AK	246	8951
2	UD3D	190	7031
3	RN9T	175	6461
4	UN8LWZ	166	6095
5	RM3X	130	4459
6	RO9T	106	3323
7	RK9CYA	92	2957
8	RZ9AWA	69	2051
9	RC9FC	70	1959
10	RN3D	53	1613

POPOV MUSEUM

1	RK1A	104	3894
2	RK1B	50	1738

SWL

1	YO8/LZ2F319	30	1052
2	R8ADN/SWL	4	118

НОВОСТИ СРР

В ФГУП "ГРЧЦ" с 1 июля 2016 г. меняет регламент приёма документов на оказание услуг, в том числе на оказание услуг по образованию позывных сигналов опознавания любительских радиостанций. Как уже сообщалось ранее в Бюллетене СРР, вариант приёма заявок электронной почтой был временной мерой, действующей до момента создания программного обеспечения электронной системы онлайн — приёма и обработки заявок. В июне 2016 г. такая система успешно прошла испытания и введена в эксплуатацию.

В связи с этим с 1 июля 2016 г. завершён приём заявок и приложений к ним, поданных в электронном виде по электронной почте. С этого момента подача электронных заявок станет возможной исключительно через "кабинет заявителя" ФГУП "ГРЧЦ".

Особенность получения свидетельств в "кабинете заявителя" состоит в том, что свидетельства формируются в этом кабинете в электронном виде и хранятся там вечно. В ходе выполнения работ по образованию позывных сигналов заявитель имеет возможность видеть, на какой стадии рассмотрения находится его заявка.

Для заявителей, "не дружащих" с Интернетом, остаётся действующим классический способ — отправка документов в бумажном виде почтовым отправлением ФГУП "Почта России" и таким же отправлением получение оформленного бумажного свидетельства на домашний адрес.

При этом действует принцип "электронная заявка — электронное свидетельство, бумажная заявка — бумажное свидетельство".

СРР принимал активное участие в тестировании кабинета заявителя ФГУП "ГРЧЦ". Среднее время исполнения заявок по нашим наблюдениям составляет около трёх рабочих дней. В дальнейшем его планируется уменьшить до полного режима "он-лайн", т. е. до нескольких минут.

Двухламповый супергетеродин...

Сергей БЕЛЕНЕЦКИЙ (US5MSQ), г. Киев, Украина

Тема ретроприёмников, в частности регенеративных, всеобъемлющая и очень плодотворно развивается на многих сайтах в сети Интернет. В своё время она очень заинтересовала и меня. В результате возникла мысль сделать простой одноламповый регенератор, который в последующем "малой кровью" был преобразован в несложный, но многодиапазонный супергетеродин.

За основу взята замечательная своей простотой и изяществом конструкция однолампового регенеративного приёмника на двойном триоде 6Н9М (6Н9С) [1], который при повторении конструкции был заменён его современным аналогом 6Н2П.

В процессе испытаний прототипа были сделаны некоторые доработки:

— введена ООС во втором каскаде (УНЧ) и увеличена в первом (собственно регенераторе). Это стало возможно благодаря использованию специфической особенности триодов — относительно большой проницаемости или, если угодно, существенному влиянию анодной нагрузки на цепи сетка—катод. Анодные резисторы большого сопротивления создают достаточно большую "внутреннюю" ООС, эквивалентную внесению в катод сопротивления, равного R_a/μ, в нашем случае — это 47 кОм/100=470 Ом, что и обеспечивает высокую стабильность выбранного режима;

— убрано высокое напряжение с головных телефонов (как-то жутковато осознавать, что на голову подаётся 200 В);

— переходные и блокировочные конденсаторы теперь выполняют функции однозвенных ФНЧ и ФВЧ, и их ёмкости подобраны так, чтобы обеспечить частотную полосу 300...3000 Гц тракта НЧ.

В результате приёмник обладает высокой стабильностью (на 80 метрах можно длительно слушать станцию без какой-либо подстройки!) и высокой чувствительностью, хорошей повторяемостью (благодаря ООС его параметры мало зависят от разброса характеристик ламп) и очень простым управлением.

На базе этого регенератора и был построен двухламповый четырёхдиапазонный супергетеродин. Фотографии его конструкции приведены на **рис. 1—рис. 3**, а схема — на **рис. 4**. Радиоприёмник позволяет принимать SSB и CW-сигналы любительских радиостанций на диапазонах 80, 40, 20 и 10 метров. Чувствительность приёмника при приёме в телеграфном (автодинном) режиме и соотношении сигнал/шум, равном 10 дБ, — не хуже 1 мкВ (на 10 метрах), 0,7 мкВ (на 20 и 40 метрах) и 3 мкВ (на 80 метрах).

Двухступенчатый входной аттенюатор на переменном резисторе R1 обеспечивает нормальную работу приёмника с любой, в том числе и полноразмерной антенной.

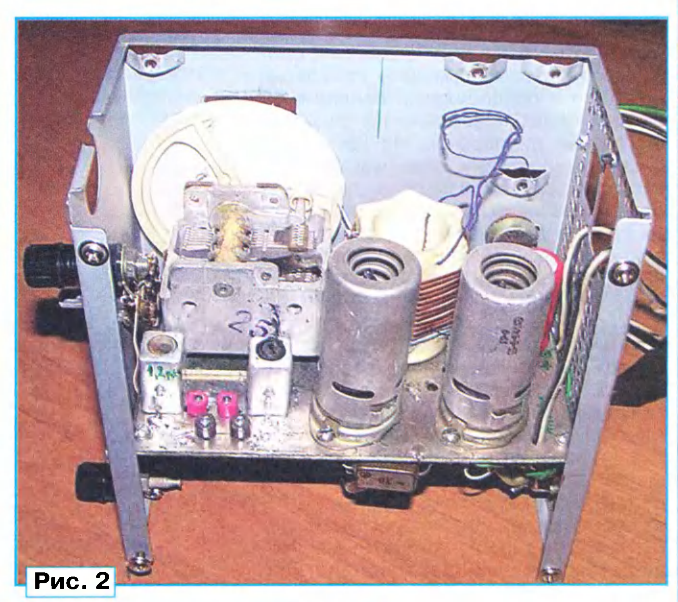
Входной двухконтурный полосовой диапазонный фильтр (ПДФ) — L2L4C2—C8C10—C19 спроектирован по упрощённой схеме так, чтобы обеспечить максимальную чувствительность на диапазоне 10 метров. На диапазоне 80 метров ПДФ имеет повышенное затухание, чем уменьшается и некоторая избыточность усиления на этом диапазоне.

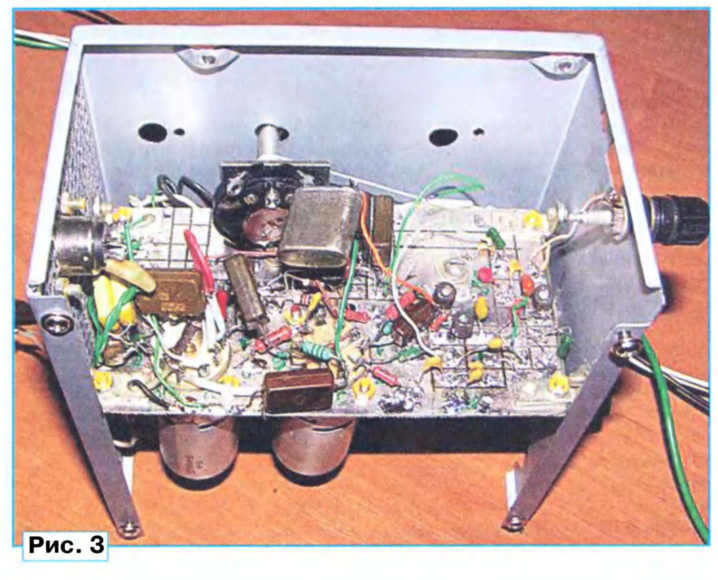
Для диапазона 80 метров — это приёмник прямого усиления 1-V-1 с регенеративным детектором и усилителем НЧ на лампе VL2 (пентод лампы VL1.2 работает как развязывающий УВЧ), а на остальных диапазонах — супергетеродин с переменной ПЧ и гетеродином с кварцевой стабилизацией частоты. Гетеродин выполнен на триоде лампы VL1.1 и кварцевом резонаторе ZQ1 по схеме ёмкостной трёхточки (генератор Колпитца). На диапазонах 40 и 20 метров он работает на основной гармонике резонатора — 10,7 МГц, а на диапазоне 10 метров — на его третьей гармонике (32,1 МГц), для чего на этом диапазоне анодная нагрузка выполнена в виде резонансного контура L3C1, настроенного на частоту 32,1 МГц. На пентоде лампы VL1.2 собран смеситель.

Диапазон перестройки регенеративного приёмника, выполняющего в структуре супергетеродина роль тракта ПЧ, регенеративного



Рис. 1


Рис. 2


Рис. 3

детектора и УНЧ, выбран равным 3,3...3,8 МГц (диапазон 80 метров), что обеспечивает достаточное перекрытие и на ВЧ-диапазонах. Соответственно на диапазоне 40 метров перекрытие составит 6,9...7,4 МГц, на 20 метрах — 14...14,5 МГц, на 10 метрах — 28,3... 28,8 МГц.

Напряжения питания анодной цепи и накала ламп приёмника должны быть стабилизированы. Вопрос — нужно ли стабилизировать напряжения питания (накальное и анодное) лампового регенератора часто возникает на разных ветках форумов сети, и ответы на него часто дают самые противоречивые — от ничего не надо стабилизировать и выпрямлять (и так всё прекрасно работает) до обязательного применения полностью автономного, аккумуляторного, питания.

И как это ни удивительно, справедливы высказывания и тех и других (!), важно только помнить основные критерии (или, если угодно, требования), которые предъявляют к регенератору и те, и другие авторы. Если основное — это простота конструкции, к чему стабилизация питания? Регенераторы 20—50-х годов (а это сотни разных конструкций), сделанные по такому принципу, прекрасно работали и обеспечивали вполне приличный приём, особенно на радиовещательных диапазонах. Но как только поставим во главу угла чувствительность, а она, как известно, достигает максимума на пороге генерации — точке крайне неустойчивой, на которую влияют многочисленные внешние изменения параметров, причём колебания напряжения питания одни из самых весомых, то и ответ становится очевиден. Хотите получить высокие результаты — напряжение питания надо стабилизировать.

Приёмник смонтирован в корпусе от старого компьютерного БП. Монтаж — навесной, выполнен на плате-шасси из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. Фольга одной из сторон разрезана на прямоугольники, которые служат контактными площадками, фольга противоположной стороны используется как общий провод. Требования к монтажу стандартные — максимальная жёсткость крепления и минимальная длина ВЧ-проводников.

Приёмник собран из недефицитных деталей. Все блокировочные и переходные конденсаторы должны быть рассчитаны на номинальное напряжение не менее 250 В.

Катушки L2 и L4 намотаны проводом ПЭВ-2 0,17 виток к витку на каркасах диаметром 8,5 мм с подстроечниками (от контуров ПЧ цветных телевизоров). Число витков — 13. Катушка связи L1 содержит 3 витка аналогичного провода и намотана поверх катушки L2 со стороны вывода, соединённого с общим проводом. Дроссели L3, L5 — малогабаритные импортные.

Катушка L6 намотана проводом ПЭВ-2 1 на ребристом керамическом каркасе диаметром 35 мм. Число витков — 11, шаг намотки — 2 мм, отвод от 2-го витка, считая от соединённого с общим проводом вывода.

Несмотря на то что, в принципе, регенератор сможет работать (т. е. полностью регенерировать контур) практически с любой катушкой, желательно, чтобы она обладала максимально возможной конструктивной добротностью. Это позволит при тех же результатах применить меньшее включение лампы в контур и, соответственно, снизить её дестабилизирующее влияние (как её самой, так и всего приёмника и источников питания). Поэтому катушка L6 намотана на каркасе достаточно большого диаметра.

Лучшим вариантом будет намотать катушку регенератора на кольцевом магнитопроводе марки Amidon (например, T50-6, T50-2, T68-6, T68-2). Число витков катушки для получения указанной индуктивности можно посчитать по любой программе. Например, для обычных каркасов удобна программа COIL 32 [2], а для колец Amidon — mini Ring Core calculator [3]. Положение отвода для начала можно взять от 1/5...1/8 (для обычных каркасов) до 1/10...1/20 (для Amidon) числа витков контурной катушки.

Конденсатор настройки C23 — малогабаритный двухсекционный КПЕ с воздушным диэлектриком. Его секции включены последовательно, чтобы исключить шорохи и потрескивания, а ротор и корпус изолированы от шасси (своего рода дифференциальный конденсатор). В зависимости от пределов изменения его ёмкости и индуктивности катушки L6, для получения требуемого диапазона перестройки ёмкости растягивающих конденсаторов, возможно, придётся пересчитать. Это можно сделать с помощью простой программы KONTUR3C_ver. by US5MSQ [4].

Головные телефоны для радиоприёмника должны быть электромагнитные и обязательно высокоомные (с катушками электромагнитов индуктивностью примерно 0,5 Гн и сопротивлением постоянному току 1500...2200 Ом), например, ТОН-1, ТОН-2, ТОН-2м, ТА-4, ТА-56м. По желанию приёмник можно дооснастить усилителем мощности, собрав его по стандартной схеме на лампах 6П14П, 6Ф3П или 6Ф5П.

В этом малоламповом приёмнике большое значение имеет коэффициент усиления (μ) лампы регенератора, ну и малое токопотребление 6Н2П тоже приятно — можно поставить эффективный RC-фильтр по цепи анодного питания без громоздких дросселей или электронных фильтров/стабилизаторов. Именно так сделано у меня — и никакого фона в телефонах. Впрочем, можно применить любые двойные триоды (6Н1П, 6Н3П и т. п.) без корректировки схемы и почти без ущерба (будет меньше раза в два усиление по НЧ). С другой стороны, при большем анодном токе и крутизне ламп можно вместо высокоомных головных телефонов подключить выходной трансформатор и применить более доступные современные низкоомные телефоны с большой чувствительностью.

Настройка приёмника достаточно проста и стандартна. После проверки правильности монтажа подключаем питание приёмника и измеряем режимы ламп по постоянному току. Включаем диапазон 80 метров и настраиваем регенератор. Его настройка заключается в основном в укладке диапазона перестройки от 3300 до 3800 кГц с небольшим (примерно 20...30 кГц) запасом по краям подбором ёмкостей растягивающих конденсаторов C26, C27 и

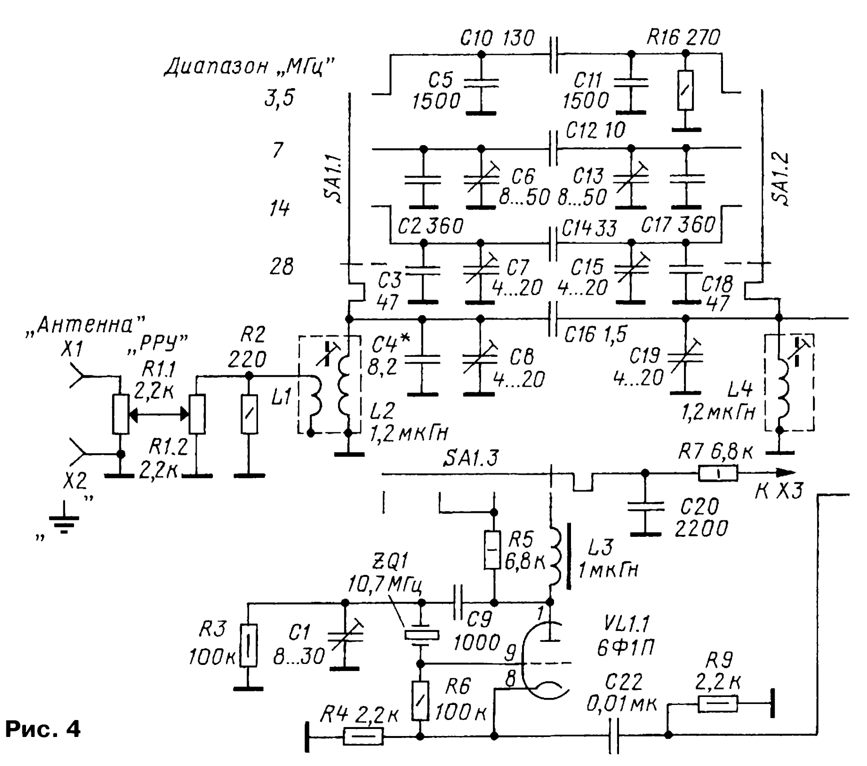


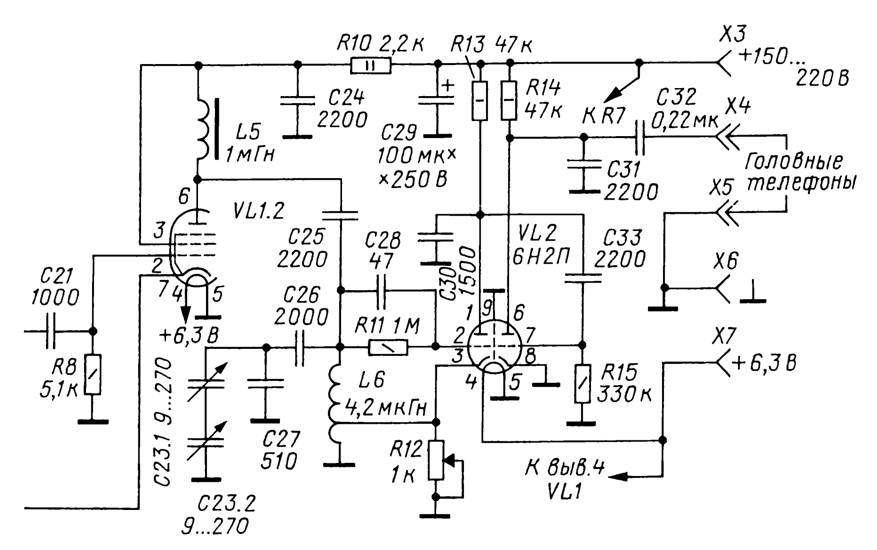
Рис. 4

обеспечении плавного подхода к точке регенерации. Для укладки диапазона подаём сигнал с ГСС через разделительный конденсатор на сетку лампы VL1.2 (вывод 2). Возможно, придётся точнее подобрать отвод катушки L6, добиваясь появления генерации на нижней частоте настройки 3300 кГц (ёмкость КПЕ максимальна) в положении движка переменного резистора R12 (регулировки регенерации) ближе к нижнему по схеме выводу. При перестройке вверх по частоте условия генерации улучшатся и понадобится большее шунтирующее действие резистора, т. е. рабочее положение движка сместится ближе к центру в направлении верхнего по схеме вывода.

Проверяем плавность подхода к точке регенерации, т. е. при перемещении движка переменного резистора R12 к нижнему по схеме выводу шум и шорохи должны плавно возрастать до максимума, потом лёгкий щелчок (или

напряжения гетеродина. Включаем поочерёдно диапазоны 40 и 20 метров, проверяем наличие переменного напряжения уровнем 1...2 $В_{эфф}$. Затем включаем диапазон 10 метров и подстроечным конденсатором C1 устанавливаем максимальное напряжение генерации. Оно должно быть примерно такого же уровня. Если нет промышленного вольтметра, можно применить простейший диодный пробник, подробно описанный в [5], или осциллограф с полосой пропускания не менее 30 МГц и малоёмкостным делителем (высокоомным пробником). В крайнем случае осциллограф можно подключить через конденсатор ёмкостью 3...5 пФ.

Продолжаем настройку ПДФ, начиная с диапазона 10 метров. Для этого подключаем к антенному входу ГСС и выставляем на нём среднюю частоту диапазона — 28,55 МГц. Переводим регенератор в режим генерации и, подстраивая КПЕ, "находим" сигнал ГСС.



просто резкое заметное уменьшение шумов) и их последующее снижение (вместе с чувствительностью) по мере увеличения уровня генерации. При обратном перемещении движка генерация должна пропадать в том же положении, в котором она возникла. Если плавность недостаточна, можно уменьшить анодный ток лампы (увеличив сопротивление анодного резистора R13) и заново подобрать точку подключения отвода, и так до получения требуемого результата.

Затем настраиваем ПДФ диапазона 80 метров, для чего подключаем ГСС на антенный вход приёмника и устанавливаем на генераторе среднюю частоту диапазона — 3,65 МГц. Переводим регенератор в режим генерации (автодинный режим) и конденсатором C23 "находим" сигнал ГСС. Подстроечниками катушек L2 и L4 настраиваем ПДФ по максимуму сигнала. На этом настройка диапазона 80 метров закончена, и подстроечники этих катушек в дальнейшем не трогаем.

Далее проверяем работу гетеродина. Подключаем к катоду лампы VL1.2 (вывод 7) ламповый вольтметр переменного тока и контролируем уровень

Подстроечными конденсаторами C8 и C19 (подстроечники катушек не трогаем!) настраиваем ПДФ по максимуму сигнала. Аналогично настраиваем диапазоны 20 и 40 метров подстроечными конденсаторами C7, C15 и C6, C13, для которых соответственно средние частоты диапазонов будут 14,175 и 7,1 МГц.

Шкала радиоприёмника — дисковая механическая с перекрытием в 500 кГц. На диапазонах 80 и 20 метров она прямая, а на диапазонах 40 и 10 метров — обратная (по аналогии с трансивером UW3DI). Цифровую шкалу я бы вводить в конструкцию приёмника не стал. Во-первых, механическая шкала простая, калибровка стабильная и её достаточно провести только на диапазоне 80 метров. А на остальных диапазонах разметку рисуют с простым пересчётом по измеренной частоте генератора подставки. Во-вторых, сама цифровая шкала при неудачном раскладе может стать источником помех, и надо будет хорошо продумать конструкцию и, вероятно, ввести экранировку как минимум катушки регенератора (чувствительность-то у него — единицы микровольт!), а возможно, ещё и самой шкалы.

Если всё же её вводить, подключение лучше выполнить так:

— сигнал с гетеродина снимать через истоковый повторитель на транзисторе КП303 (КП302, КП307, BF245, J310 и т. п.), подключив затвор транзистора через резистор 1 кОм прямо к выводу 7 лампы VL1;

— регенератор, в зависимости от регулировки ПОС, может иметь очень малое напряжение на контуре (десятки милливольт), поэтому для сигнала регенератора потребуется не только развязка, но и усиление. Лучше всего это сделать на двухзатворном полевом транзисторе КП327 или BF9xx, включённом по стандартной схеме с напряжением смещения на втором затворе +4 В и резистором 1 кОм в цепи стока. Первый затвор транзистора подключают к катоду лампы VL2 (вывод 3) через развязывающий резистор сопротивлением 1 кОм.

Этот радиоприёмник был собран достаточно давно, и тем не менее через пару лет после изготовления достал с дальней полки этот двухламповый супер, сдул пыль и включил.... Работает, это так приятно, что за два вечера ненавязчивых наблюдений на каждом из нижних диапазонов (80 и 40 метров) были приняты сигналы из всех десяти радиолюбительских районов бывшего СССР! Приём вёлся на антенну длиной 42 м.

Конечно, динамический диапазон и селективность по соседнему каналу маловаты, но в первом случае помогает плавный аттенюатор, а во втором — небольшое сужение полосы пропускания (ручкой регенерации). Кардинальным решением был бы переход на менее "заселённую" частоту, и тем не менее даже на "перенаселённых" участках диапазонов удаётся принять как минимум основную информацию. Но главное достоинство приёмника (кроме простоты конструкции) — очень хорошая стабильность частоты. Можно часами слушать станции без подстройки, причём это с равным успехом не только на нижних диапазонах, но и на 10 метрах!

Заново перемерял его чувствительность — при соотношении сигнал/шум 10 дБ всё соответствует приведённым выше данным. А если привязываться к выходному сигналу уровнем 50 мВ (уже достаточно громкий сигнал на телефонах ТОН-2), то результат следующий: на 10 метрах — 1...1,2 мкВ, на 20 метрах — 1,5...2 мкВ, на 40 метрах — 3...4 мкВ, на 80 метрах — 7...8 мкВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Егоров В.** Простой коротковолновый приёмник. — Радио, 1950, № 3, с. 37—40.

2. COIL 32 – расчёт катушек индуктивности. — URL: **http://us5msq.com.ua/category/raschety-soft/** (07.07.2016).

3. Mini Ring Core calculator. — URL: **http://mini-ring-core-calculator.software.informer.com/1.2/** (07.07.2016).

4. KONTUR3C — расчёт растягивающих конденсаторов. — URL: **http://us5msq.com.ua/category/raschety-soft/** (07.07.2016).

5. **Степанов Б.** ВЧ головка к цифровому вольтметру. — Радио, 2006, № 8, с. 58, 59.

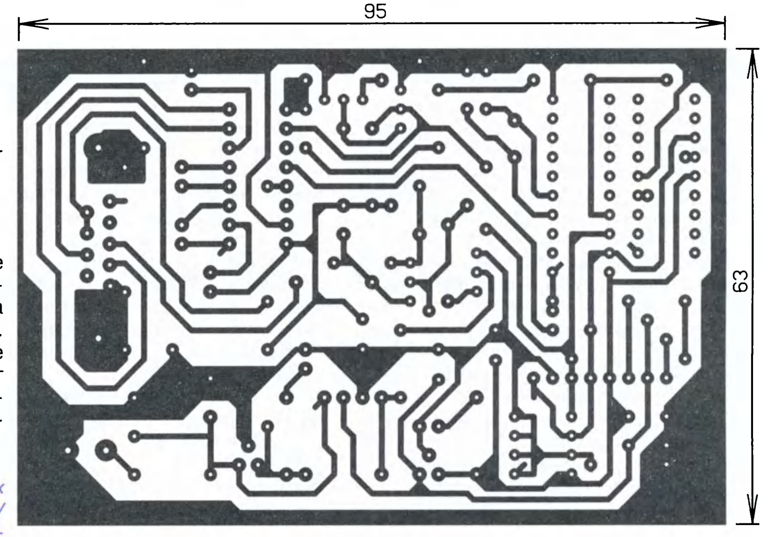
НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

УСИХИН И. Простой электронный ключ. — Радио, 2015, № 8, с. 62, 63.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов показаны на **рис. 1**. На ней расположены все элементы, кроме переменного резистора R1, манипулятора, реле и звукового излучателя. Для их подключения на плате впаяны штыревые вилки серии PLS. Источник питания подключают через двухконтактный винтовой клеммник. Микросхема DA1 — КР142ЕН5А. Печатная плата разработана **Г. Трофимовым**, г. Тамбов.

*От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 6.0 и TIFF имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/08/kluch.zip** на нашем FTP-сервере.*



МАКАРЕЦ С. Программатор для PIC, AVR и микросхем памяти. — Радио, 2007, № 10, с. 31, 32.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов с учётом доработки программатора, о которой указано в журнале "Радио", 2009, № 9, с. 44, показаны на **рис. 2**. База транзистора VT2 с нижним по схеме выводом резистора R6 подключены непосредственно к точке соединения катода диода VD2 и резистора R1 (резистор R5 исключён). Диодный мост VD1 заменён диодом 1N4001. Он подключён анодом к +15 В. Все транзисторы серии КТ315. Добавлены керамические конденсаторы C1′, C7′, C8′ в цепях питания ёмкостью по 0,1 мкФ. Печатная плата разработана украинским радиолюбителем.

*От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/08/prog.zip** на нашем FTP-сервере.*

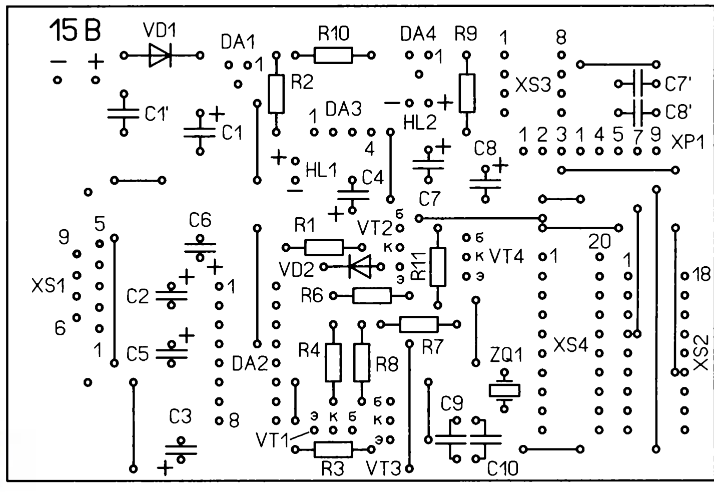
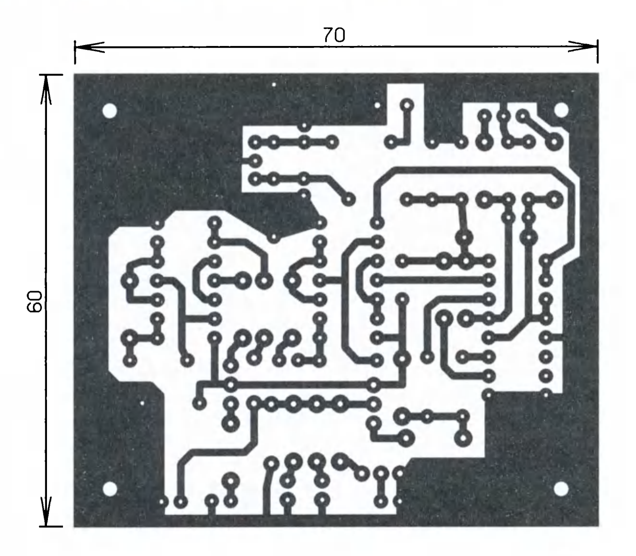


Рис. 2



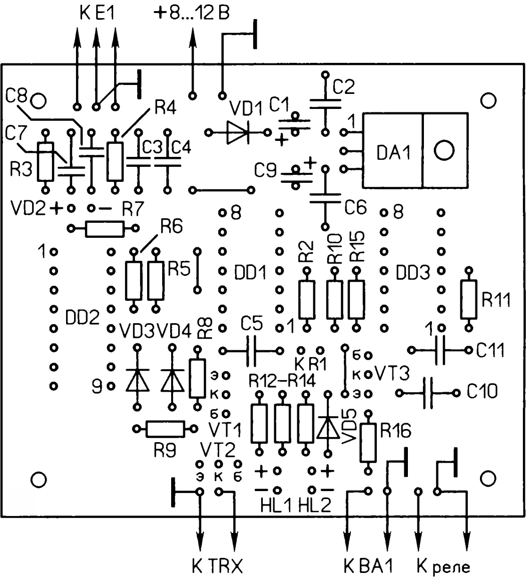


Рис. 1

ЧЕРНОВ С. Восстановление работоспособности светодиодных автоламп. — Радио, 2016, № 1, с. 44—46.

Об индуктивности дросселя L1 и замене транзисторов.

Индуктивность дросселя L1 может быть в пределах от 1 до 10 мГн. Транзисторы LA733P (VT2, VT4, рис. 2 в статье) можно заменить на КТ361В—КТ361Е без корректировки печатной платы.

РАДИО®
ДОПОЛНЕНИЕ К НАПЕЧАТАННОМУ

E-mail: consult@radio.ru
тел. 607-89-00

Кварцевые лестничные фильтры на частоту 30…70 МГц. Часть 2

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

(см. статью на с. 20)

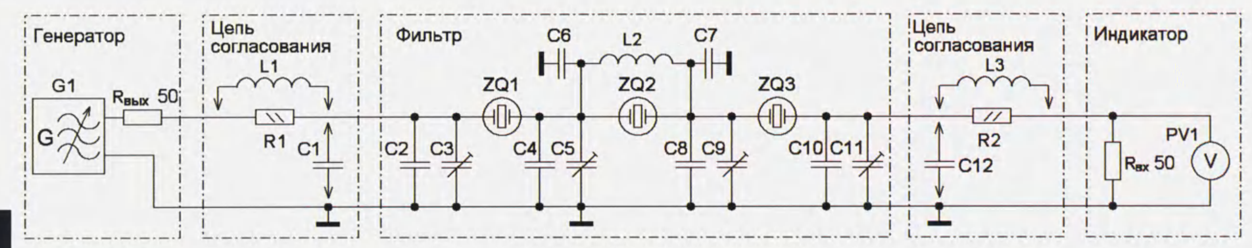


Рис. 2.1



Рис. 2.2

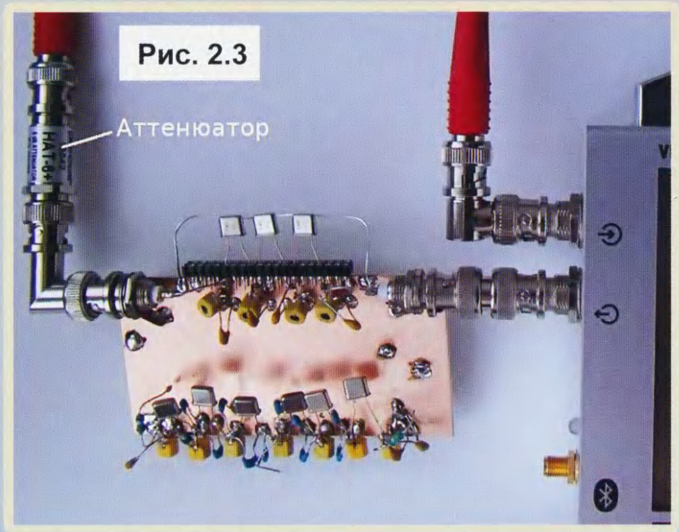
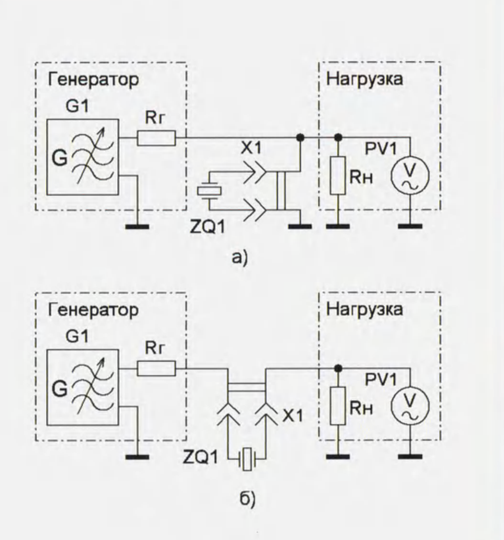


Рис. 2.3

Рис. 2.4



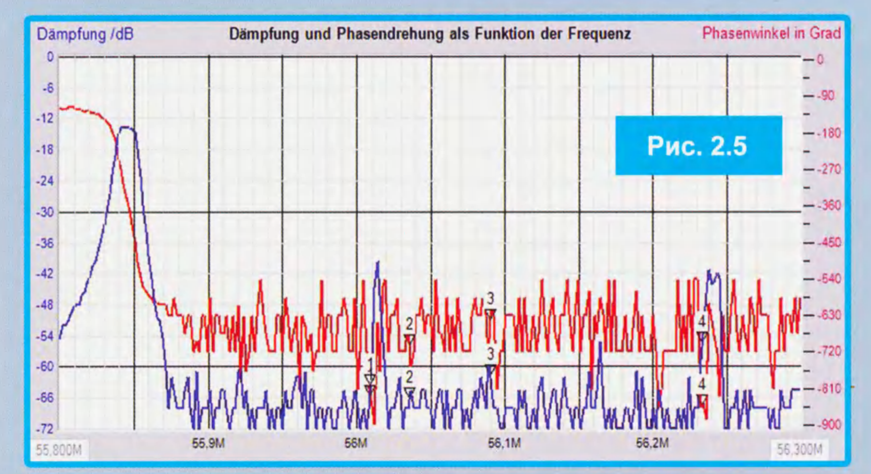


Рис. 2.5

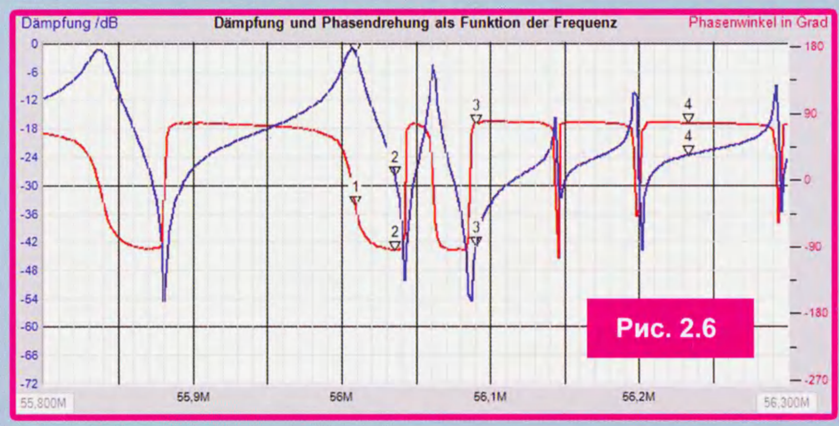


Рис. 2.6



Получатель ЗАО «Журнал «Радио»
ИНН 7708023424, р/с 40702810438090103159,
ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, КПП 770801001

ВНИМАНИЕ! В связи с увеличением стоимости почтовых расходов изменилась стоимость почтовой рассылки.

Продолжается подписка на второе полугодие 2016 года
Подписная цена одного номера журнала по каталогу Роспечати 165 руб.

Подписка на шесть номеров (без учёта стоимости местной доставки) стоит 990 руб.

Всё, что вы платите сверх этой суммы, — стоимость услуг по доставке журнала от вашего узла связи до вашего дома.

Стоимость полугодовой подписки при получении журнала в редакции (без рассылки): для физических лиц — 900 руб., для юридических лиц — 980 руб.

Стоимость с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 1400 руб., для зарубежных индивидуальных подписчиков — 2000 руб.

Стоимость с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для юридических лиц России — 1417 руб. 02 коп., для зарубежных юридических лиц — 2094 руб. 18 коп.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие — 45 USD, на год — 90 USD.

В редакции журнала "Радио" можно приобрести журналы "Радио"

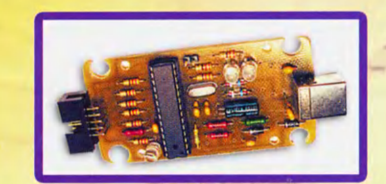
Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			в Россию	в остальные страны
2010	1—12	25 руб.	81 руб.	167 руб.
2011	1—12	45 руб.	101 руб.	187 руб.
2012	1—12	80 руб.	136 руб.	222 руб.
2013	1—12	95 руб.	161 руб.	237 руб.
2014	1—12	110 руб.	176 руб.	252 руб.
2015	1—6	125 руб.	191 руб.	276 руб.
2015	7—12	135 руб.	201 руб.	277 руб.
2016	1—6	150 руб.	220 руб.	320 руб.
2016	7—12	165 руб.	235 руб.	335 руб.

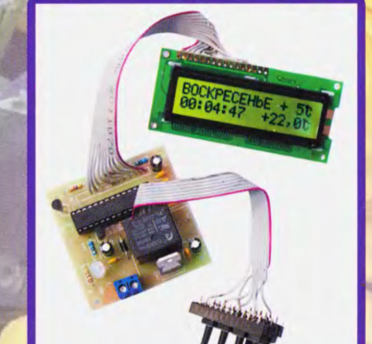
На бланке напишите, за какие журналы вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим вам журналы. При переводе денег почтовым переводом может понадобится почтовый индекс банка 101000.

Подписные индексы журнала "РАДИО" по каталогам: Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772; Объединённый каталог "Пресса России" 89032; "Каталог Российской прессы" Почта России 61972.

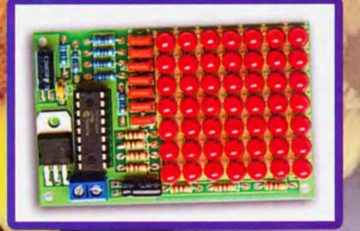
НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

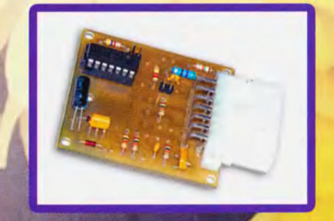

"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П"

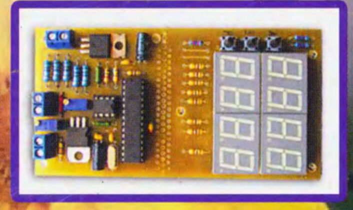

"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910"



"Программируемый термостат"


"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"


"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676"


"Цифровое устройство защиты с функцией измерения"

http://kits.radio.ru